

「地下水保全」事例集

(第二版)

～地下水保全と持続可能な地下水利用のために～



(岐阜県郡上市八幡町島谷)

環境省 水・大気環境局
土壌環境課 地下水・地盤環境室

まえがき

水は古くから利用され人が生きていく上で欠かすことのできない限りある資源であり、循環する過程で動植物の生息環境の保全や国民生活、産業活動に重要な役割を果たし、産業や文化を育んできました。地下水は水循環を構成する重要な要素として、水道用水、生活用水、農業用水、工業用水をはじめとして、まちづくりや地域観光資源としても利用されています。

しかし、地下水を取り巻く環境は時代の変遷とともに変化してきています。地下水の過剰採取によって高度経済成長期に深刻な被害をもたらした地盤沈下は、全体的には沈静化しつつありますが、一部地域では現在も継続しており、引き続き地下水採取規制や代替水源の確保等による対策が行われています。一方、かつて地盤沈下が深刻であった大都市地域では地下水採取規制等による地下水位の回復・上昇によって、地下水を取り巻く環境に新たな変化が見られてきています。

また、自然環境、社会・経済環境の変化が地下水位の変動や地下水質に及ぼす新たな影響も懸念されています。再生可能エネルギーやヒートアイランド対策を目的とした地中熱利用や災害時の利用など新しい地下水利用のあり方が広がってきている状況の中で、地盤沈下の再発や水質の悪化を防止しつつ、地下水の有効利用を図る方策の確立が求められています。

これらを背景として 2014 年（平成 26 年）7 月に施行された水循環基本法第三条（基本理念）では、水が水循環の過程において国民生活及び産業活動に重要な役割を果たしていること、水は国民共有の貴重な財産であり公共性の高いものであること、全ての国民が将来にわたってその恩恵を享受できるように確保されなければならないこと、水の利用において水循環への影響が回避又は最少となるように配慮されなければならないこと、水循環について流域として総合的かつ一体的に管理されなければならないことなどが示されました。水循環の重要な構成要素である地下水の利用についても同様の保全管理が求められています。

2018 年（平成 30 年）4 月に閣議決定された第五次環境基本計画では「地域循環共生圏」の創造を新たに提唱しました。地域循環共生圏は SDGs の考え方を活用しながら、地域資源を最大限に活用しながら自立・分散型の社会を形成しつつ、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、地域の活力が最大限に発揮されることを目指す考え方で、環境、社会、経済の統合的向上が求められています。

本事例集は、このような背景を踏まえ、地下水保全に関して先進的な地域の取組事例を収集したものです。地下水保全のあるべき基本的な考え方を整理し、地下水の適切な保全管理のための方策をとりまとめた『「地下水保全」ガイドライン（第二版）～地下水保全と持続可能な地下水利用のために～』と併せて、地方公共団体の環境施策の立案や、地域における地下水・地盤環境の保全の推進の一助になることを期待します。

最後に、本ガイドラインの改訂にあたって、「健全な地下水保全と持続可能な地下水利用に関する検討会」（座長：田中 正 筑波大学名誉教授）の委員の方々に御指導い

ただくとともに、愛知県名古屋市、福井県大野市、熊本県熊本市、新潟県南魚沼市、上越市、鳥取県、愛媛県西条市、長野県安曇野市、東京都八王子市などの多くの関係機関の方々から、お忙しい中、ご協力いただき貴重な資料の提供や御意見をいただきました。ここに改めて心よりお礼申し上げます。

2021年（令和3年）3月
環境省 水・大気環境局
土壌環境課 地下水・地盤環境室

目次

まえがき	i
はじめに	1
1. 水収支把握	9
2. 体制づくり	15
3. 地域連携	23
4. 保全計画	31
5. モニタリング	41
6. 涵養	47
7. 管理目標	57
8. 資金管理	63
9. 水文化の継承	69
10. 地域づくり	77
11. 教育と地域学習	85
12. 地域循環共生圏の創造	93
13. 環境技術・手法の開発	99
14. ケーススタディ	105
参考資料	125

【参考資料】

参考資料 1 地下水保全に関する条例及び観測配置の例	127
表 1 水源地の保全に関する条例等	
表 2 条例における地下水域の保全管理体制に関する規定	
表 3 地盤沈下観測地点の配置状況	
表 4 地下水位観測井の配置状況	
表 5 用水二法及び条例による地下水採取規制の例	
表 6 地下水採取規制を実施している地方公共団体の要綱及び協議会自主規制の例	
参考資料 2 主な地下水用語の解説	134

はじめに

本事例集は、適切な地下水の保全を行うために参考となる保全計画、具体的な施策に関する事例及び地下水保全の要点を整理したものである。事例の掲載に当たっては、以下を基本方針とし、類似事例を収集した。

- ① 地方公共団体（都道府県、市町村、特別区等）、協議会、民間団体等が実施しているもの。
- ② 「地下水」あるいは「水環境」をキーワードとして含むもの。
- ③ 計画や施策が水循環基本法の内容に照らして先進性があるもの。
- ④ 地下水の量・質の保全だけでなく、水文化や地域づくりなど水環境全体の保全事例を含むもの。
- ⑤ 地盤沈下など他地域に共通の課題を含むと思われるもの。
- ⑥ 地域循環共生圏の創造の参考となるもの。
- ⑦ 先進性のある環境技術に関するもの。

これらの基本方針に該当する事例について、地域性等のバランスを考慮して選定した。次頁に事例リストを示した。

各事例は、13の大項目に分類し整理した。それぞれの事例は、環境施策を立案する地方公共団体の担当者の参考と考えられるものを収集・整理しており、地方公共団体、協議会、民間団体などが実施している健全な地下水保全や持続可能な地下水利用に関する施策に焦点を当てたものである。

本改訂にあたり、上記⑥、⑦に対応する、12. 地域循環共生圏の創造、13. 環境技術・手法の開発を新たに大項目として追加した。地域循環共生圏は、第五次環境基本計画で提唱された考え方で、環境・社会・経済の統合的向上を目指したものである。地下水保全を通じて地下水を観光資源としての活用を行っている事例や、水田を活用した地下水涵養など、社会・経済活動と一体となって環境施策を実践している事例を紹介した。環境技術・手法の開発としては、既往の地下水位・地盤沈下観測に加え、観測衛星を活用した地盤沈下監視技術や帯水層蓄熱利用技術など、新たな地盤沈下監視のあり方や、気候変動への対応として地下水の熱利用など、先進的な技術の活用事例を紹介している。

その他にも、上記の基本方針のもとに、水循環基本法で示された水の公共性の認識のもと、流域での総合的管理を実践している熊本地域等の事例や、国際的な支援を実践している大野市の事例、水文化の継承や地域づくりといった地下水を含む水環境保全に関連した啓発・教育に関する事例などを重点に追加・更新している。それぞれの事例は、可能な限り公表されている最新情報をもとに改訂を加え、主要なものを参考・引用文献として挙げるようにした。本事例集をもとに、具体的な地下水保全に関する施策の立案の参考として頂けば幸いである。

『地下水保全』事例一覧

大項目	小項目	No	事例タイトル	地域	頁
1. 水収支把握	年間水収支法	1	岡崎平野の年間水収支法を用いた水収支把握	愛知県岡崎平野	11
	数値解析（有限要素法）	2	阿蘇西麓地下水流域の有限要素法による水収支解析	熊本県	12
	水資源調査	3	西条市における水資源調査研究	愛媛県西条市	13
	水収支管理	4	熊本地域の広域地下水流動の持続的管理	熊本地域	14
	地盤沈下地域での地下水利用	CS1	地盤沈下履歴がある沿岸地域における地下水利用検討事例	神奈川県川崎市	108
	災害時水源確保	CS2	被災地域での地盤沈下を防止しながらの災害時地下水利用検討事例	仙台平野	117
2. 体制づくり	地下水ガバナンス	5	熊本地域における地下水ガバナンス	熊本地域	17
	地下水は地域共有の貴重な水資源	6	福井県大野市の地下水保全管理体制	福井県大野市	18
	水環境対策室	7	香川県高松市の持続可能な水環境の形成に向けた体制	香川県高松市	19
	協議会による保全管理	8	愛媛県西条市の地下水保全協議会による保全管理	愛媛県西条市	20
	協議会による環境保全	9	鳥取県持続可能な地下水利用協議会による環境保全	鳥取県	21
3. 地域連携	流域連携	10	熊本地域の地下水保全のための流域連携	熊本地域	25
	ステークホルダーごとの役割	11	福井県大野市の地域連携	福井県大野市	26
		12	なごや水の環復活推進懇談会による連携	名古屋市	27
	国際支援	13	福井県大野市の国際支援	福井県大野市	28
	地域住民の銘水管理	14	鹿児島県志布志市の湧水保全	鹿児島県志布志市	29
	流域水循環	15	安曇野市の流域水循環計画	長野県安曇野市	30
4. 保全計画	未来への継承	16	千葉市水環境保全計画	千葉市	33
	2050年までの長期目標	17	名古屋市の水の環復活 2050 なごや戦略	名古屋市	34
	環境・利水・治水	18	東京都八王子市水循環計画	八王子市	35
	モニタリング	19	神奈川県箱根町の地下水保全計画	神奈川県箱根町	37
	硝酸性窒素対策	20	熊本市の硝酸性窒素削減計画	熊本市	39
	地域公水	21	愛媛県西条市の地下水保全管理計画	愛媛県西条市	40
5. モニタリング	テレメーター・システム	22	埼玉県のテレメーター・システムによる観測	埼玉県	43
	観測点配置	23	福井県大野市の観測点配置	福井県大野市	44
6. 涵養	森の小さなダム	24	静岡県三島市の涵養源保全事業	静岡県三島市	49
	地下水涵養	25	熊本地域の地下水涵養に関する取組	熊本地域	50
	涵養水田	26	秋田県美郷町の六郷湧水保全	秋田県美郷町	52
	かん水の全量地下圧入	27	新潟平野の水溶性天然ガス採掘における注入法	新潟平野	53
	再生水を利用した地下水涵養	28	海外の再生水利用における地下水涵養	ティルブルク市（オランダ）	54
	工事における地下水保全	29	河床掘削工事における地下水保全	兵庫県加古川市	55
7. 管理目標	管理指標設定	30	福井県大野市の地下水管理指標	福井県大野市	59
	水循環管理指標	31	名古屋市の水循環に関する指標と取組	名古屋市	60
	管理指標設定	32	香川県高松市の水環境基本計画における目標設定と評価	香川県高松市	61
8. 資金管理	地下水基金	33	公益財団法人くまもと地下水財団の資金管理	熊本地域	65
	環境保全協力金（寄付金）	34	山梨県北杜市の環境保全協力金（寄付金）制度	山梨県北杜市	66
	地下水利用協力金	35	神奈川県秦野市の地下水利用協力金制度	神奈川県秦野市	67
	地下水利用負担金	36	長野県安曇野市の地下水利用負担金制度（計画）	長野県安曇野市	68
9. 水文化の継承	水神、水守制度	37	熊本市の水文化継承の取組	熊本市	71
	海底湧水と漁場	38	富山湾の漁場を育む海底湧水	富山湾	72
	酒造り	39	京都伏見の酒造り	京都市	73
	水の歴史館	40	愛媛県西条市の水の歴史館	愛媛県西条市	74
	生物多様性	41	柿田川湧水群における生物多様性保全	静岡県	75
10. 地域づくり	街中せせらぎ事業	42	静岡県三島市の街中がせせらぎ事業	静岡県三島市	79
	わさび田	43	長野県安曇野市のわさび田事業	長野県安曇野市	80
	地下水利用産業による地域振興	44	秋田県美郷町の六郷まちづくり事業	秋田県美郷町	81
	地下水の災害時利用	45	災害発生時の地下水供給設備	東京都、鈴鹿市、京都市、武蔵野市	82

11. 教育と地域学習	絶滅危惧種 (イバラトミヨ)	46	秋田県美郷町のイバラトミヨの飼育	秋田県美郷町	87
	みずもり 水守制度	47	熊本市の教育・地域学習	熊本市	88
	環境教育	48	福井県大野市の人材育成	福井県大野市	89
	環境学習拠点づくり	49	東京都八王子市の環境教育・学習推進事業	八王子市	90
	人材育成	50	富山県の人材育成に関する取組	富山県	91
12. 地域循環共生圏の創造	地域活性化	51	安曇野市における地下水・湧水を生かした地域活性の取組	安曇野市	95
	循環共生圏の構築	52	阿蘇地域の創造的復興に向けた地域循環共生圏の構築	阿蘇地域	96
	名水活用	53	秦野市における秦野名水の利活用の取組	神奈川県秦野市	97
	水環境の創造	54	岡崎市水環境創造プラン（岡崎市水循環総合計画）	岡崎市	98
13. 環境技術・手法の開発	節水対策	55	地下水の消融雪利用における節水対策	上越市, 南魚沼市	101
	衛星活用	56	地盤沈下観測等における衛星活用	千葉県	102
	非常時地下水利用	57	非常時地下水利用システムの開発	その他	103
	帯水層蓄熱利用	58	帯水層蓄熱利用システム	大阪市	104

※CS：ケーススタディ

【各項目の説明】

①水収支把握

- ◆ 水収支把握とは、地下水の実態把握を行う目的で、涵養量・利用量・流出量等の地下水に関わる流動量の収支を把握することである。水収支の観点から、流域の水環境における現況の地下水の水収支状況を把握し、課題を抽出した上で、将来の環境変化や水需要を想定して将来の地下水の水収支状況を予測することができる。
- ◆ 地域における地下水の実態を再現できる水収支モデルを用いて、将来の環境変化要因を加えたシミュレーション解析を行うことが基本となる。
- ◆ 水収支モデルを用いて現況の水収支解析を行い、現在の地下水位分布を再現できることを確認する。これらの水収支解析の結果は、地下水の保全管理において「現況把握 → 施策の立案 → 施策の実施 → 効果のチェック → 施策の見直し」という一連のPDCA（Plan（計画）、Do（実施・実行）、Check（点検・評価）、Act（処置・改善））サイクルの過程で、検証に重要な資料として保全計画の作成に用いられる。

②体制づくり

- ◆ 水循環基本法における「健全な水循環の維持又は回復のための取組の積極的な推進」では、「流域に係る水循環について、関係機関が連携し、流域として総合的かつ一体的に管理する必要がある」と規定されている。
- ◆ 熊本地域、秦野市などでは、条例等に基づく地下水関連事業や研究を行う場合、行政・有識者・事業者・住民等による協議会や民間団体（NPO,NGO）を設置し、それらが主体となって事業を協働で実施している。

③地域連携

- ◆ 地下水保全に関わるステークホルダーについて、水循環基本法には「国の責務」、「地方公共団体の責務」、「事業者の責務」、「国民の責務」として水循環への配慮や協力、連携が規定されている。また、地方公共団体では、熊本県地下水保全条例で「県の責務」、「県民の責務」、「事業者の責務」として地下水保全施策への協力、連携が規定されている。
- ◆ 水環境や地下水環境の検討では治水、利水、環境、さらには生態系、文化、教育、経済等にまで議論が及ぶ場合があるため、マスタープラン等の策定に当たっては、幅広い知見や地元の実態・ニーズ等を集約する必要がある。また、住民参加や連携に当たっては、先進事例のうちの成功事例だけでなく、課題を含めて適切な方策を検討することが重要である。

④保全計画

- ◆ 保全管理が必要な項目として、自然特性としては、可能涵養量、保全環境（地盤沈下・塩水化・湧水枯渇・利用の季節変動）などがある。また、社会特性としては、土地利用（涵養面積）、地下水利用（工業用水・農業用水・生活用水）、水文化・風土・産業・名水などの人文社会環境、住民の関心度などがある。
- ◆ 保全管理の方策としては、調査・モニタリング、涵養、地域連携、住民参加、管理指標の設定、協力金、水文化の継承、啓発・地域学習などがある。適切な地下水の保全を図るためには、これらの水資源、水環境（地下水、地盤、生態系）、水文化を将来世代に継承する方策を実施することが重要である。

- ◆ 水環境や地下水の保全目標と具体的な行動計画があると行政と住民が協働しやすい。

⑤モニタリング

- ◆ 観測は地下水域の地下水の現状把握を目的として行う。モニタリングは施策実施後の検証を目的として実施する。手法、測定項目、測定点の配置計画などは地域の地下水の実態に大きく左右される。したがって、地域の地下水利用における課題や目的を踏まえ、必要項目や配置計画、観測井戸構造を検討する必要がある。
- ◆ 通常の観測や流域全体の観測配置では1箇所/10~20km²程度、地下水域で数値解析モデル作成を目的とした配置では1箇所/2km²程度の間隔で配置される場合が多い。涵養域、流出域や帯水層の構造を考慮して配置計画を行い、スクリーン深度、センサーなどの井戸構造を検討する必要がある。
- ◆ 将来予測を前提としたシミュレーション分析を行う場合には、涵養域を含む地下水域全体に降雨量、地下水位などの観測点を配置するのが望ましい。

⑥涵養

- ◆ 地下水涵養機能の低下に対する行政の取り組みとして、条例による涵養地域の保全や税・協力金・基金等による財源の確保が行われている。人工涵養としては、転作田や冬期の水田に水を張って涵養田としたり、新たに涵養池を設けるなどの試みも全国に広がっている。人工涵養を行う場合は、地下水汚染を防止する観点から、水質検査や浄化を行うなどの方策が必要である。
- ◆ 都市化の進展によって土地利用が変化し、農地、原野、裸地などの涵養源が減少している。この結果、地下水位の低下、湧水の枯渇などの問題が生じている。このため、条例による保全や税・協力金・基金等による財源の確保、節水などの施策、あるいは水田湛水、涵養池を利用した人工涵養が行われている。例えば、「山梨県地下水及び水源地域の保全に関する条例」（平成24年12月）では「地下水の涵養と適正な利用」、「水源涵養機能」の維持及び増進を掲げている。

⑦管理目標

- ◆ 地下水の管理計画は、基本計画の中で目標、指標、事業資金の設定、及びこれらの目標に対する成果、達成度の評価手法を含むものである。たとえば地下水位に対する管理手法は、過去の湧水枯渇時の履歴を用いるものとシミュレーション解析を用いた予測に基づくものなどがあるが、何れも経験的手法に依存している。また、将来の地下水を取り巻く環境は変化することが考えられるため、これらの目標・指標を段階的に設定し、PDCAサイクルの考え方によって5年程度で目標を更新している場合が多い。
- ◆ ただし、地下水の実態は地域によって大きく異なることから、地域の地下水を取り巻く環境に応じた適切な手法を検討する必要がある。
- ◆ 地下水位に対しては、次の指標設定法が用いられている。①基準井戸を設定して、過去の湧水枯渇時などの最低水位を基準水位とし、これを下回らないよう監視する。②地下水位を変動させる要因として降水量、土地利用（浸透量）などの変化を推定し、それを用いたシミュレーション予測を行う。

⑧資金管理

- ◆ 地下水を水道水源等に利用している地方公共団体で、条例等の規定に基づき、地下水の保全に係る事業を実施する場合の事業資金として、地下水利用者から「協力金」、「寄付金」等として募るケ

ース、あるいは涵養源保全等を目的として「税」として徴収するケースなどがある。

- ◆ 事業資金の徴収は、公共財産である地下水の利用による「受益者負担」の原則に立つものである。例として、地下水利用者から税的な考え方で徴収するもの、寄付金として募るものがある。
- ◆ これらの徴収した事業資金は、基金として、地下水モニタリング事業、涵養事業、地下水保全事業、森林づくり事業、雨水浸透施設事業などに充てられている。独自の制度が創設できる背景として、地下水が豊富であるうえ、水収支が域内でほぼ完結している状況がある。
- ◆ 熊本市の公益財団法人くまもと地下水財団のように事業資金を管理する団体を設置している例もある。

⑨水文化の継承

- ◆ 地下水は、その恒温性、良好な水質、存在様式という特性を反映して多様な効用を持っている。古くから地下水を利用している地域では、地下水が地域文化に大きな影響を与えている。このため、これらの地域では地下水を持続的に利用し水文化を継承するために、行政が住民、事業者と協働して情報の共有、学習、次世代への継承制度などの活動を実施している。
- ◆ 地下水を含む水環境が日本の文化の形成に寄与してきたことは、水循環基本法に記載されている。行政や住民が協力して地下水や湧水の保全及び持続的な利用を図ることによって地域の水文化を守り、次世代に継承していく必要がある。
- ◆ 課題としては、水文化伝承の担い手の高齢化、若者の関心の低下がある。

⑩地域づくり

- ◆ 地下水が持つ機能を地域づくりに活かしている例として、せせらぎ・親水公園などの環境用水、地域産業、観光振興、災害時利用などがあり、地下水を地域の共有資源として持続するための方策を協働で実施していることが特徴である。
- ◆ これらの地域では、ほぼ例外なく古くから地下水や湧水を生活に利用してきた風土・文化があり、地域の人々と密接な関わりを有している。
- ◆ 地下水や湧水を日常生活、防災井戸、食品産業などで飲料用に利用している場合は、行政、住民などが連携して定期的に水質検査を実施するなど、水質保全が重要になる。

⑪教育と地域学習

- ◆ 持続可能な地下水利用を図るための重要な方策のひとつに教育と学習があり、水循環基本法にも示されている。また、環境教育等促進法が平成 23 年 10 月に公布され、同法第七条に基づく基本方針が平成 24 年 6 月に閣議決定されたため、地方公共団体で地下水を含む環境学習等の行動計画を策定する動きが広がっている。地下水を有効に利用している先進地域では、行政と住民が連携し、協働で教育や学習を実施し、次世代に継承する方策を講じているところが多い。
- ◆ これらの住民向けの教育と併せて、行政も含めて地域の地下水の状態を知るための技術や保全管理手法を学ぶために専門家を招聘する講習会やシンポジウムの開催も有効である。

⑫地域循環共生圏の創造

- ◆ 2018 年 4 月に閣議決定した第五次環境基本計画では、国連「持続可能な開発目標」(SDGs)や「パリ協定」といった国際的な潮流や複雑化する環境・経済・社会の課題を踏まえ、複数の課題の統合的な解決という SDGs の考え方も活用した「地域循環共生圏の創造」を提唱した。「地域循環共生

圏の創造」とは、各地域が美しい自然景観等の地域資源を最大限活用しながら自立・分散型の社会を形成し、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、地域の活力が最大限に発揮されることを目指す考え方である。

- ◆地下水保全分野においても、引き続き適正な地下水保全施策を推進するとともに、貴重な共有資源である地下水の持続可能な利用を図るために、地域循環共生圏の考え方を取り入れ、地下水を地域の振興を図る活力として活用するとともに、各地域が特性に応じて相互に協力し、政策を進めることが重要となる。

⑬環境技術・手法の開発

- ◆地盤変動に対する観測手法として、電子水準測量や人工衛星を利用する干渉 SAR（合成開口レーダー）のリモートセンシング技術の活用が試みられている。陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」の後継機である「だいち 4 号」の打ち上げが 2022 年（令和 4 年）に予定され、L バンド合成開口レーダを搭載し、観測幅の拡大など SAR による観測技術の向上が見込まれる。また、現在利用面で課題となっているコスト高も近い将来には緩和されると考えられる。また、今後、地盤沈下以外の観測目的と併せた活用によって、国や複数地方公共団体との共同活用なども可能になると考えられる。
- ◆新しい監視測定技術として、気候変動や水循環の健全性に係るデータ取得・評価システム、人工衛星の干渉 SAR による森林伐採監視などが実用化されている。また、新しい地球温暖化対策技術として、地下水の熱利用を図る帯水層蓄熱システムの実証実験が大阪市で行われており、環境実証事業、国家戦略特区における知見の拡大等と今後の普及が期待される。

1. 水収支把握

キーワード：水収支把握、年間水収支法

概要

岡崎市では「岡崎市水環境創造プラン」（岡崎市水循環総合計画）において、市内を河川流域に合わせて5ブロックに分け、ブロック間の水の出入りを把握するとともに、将来の水の動きの予測を行っている。その水収支（図1）における移動水量の算出に年間水収支法を用いている。

【目的】ブロック間の水の出入りの把握及び地下水状態の将来予測

【流域区分】河川流域（乙川は上流・下流に区分）

【期間】2030年

解析手法

年間水収支法は、年間の総量を基本として、どのくらいの雨が降り、それがどのように川に流れていくかを把握する手法である。降った雨が一気に川に流れ出す水量や、一度地面にしみこんでから時間をかけて川に流れ出す水量等を調べる。また、川の水をどのくらいの量を人間が使い、どのくらいの量を川に戻しているかも調べて川に流れる水量を把握する。

（自然系の水量を表す項目）

- ① 降雨量：流域内に降る雨の量で年間の総降雨量で表す。
- ② 蒸発散量：流域内で蒸発もしくは蒸散する水量で、年間の総蒸発量で表す。
- ③ 表面流出量：雨が降った後、地下にしみ込まず川に直接流出する水量。
- ④ 地下水流出量：雨が降った後、地下にしみ込み地中を通り川へ流れ出す水量。
- ⑤ 浸透量：地表から地下水へしみ込んでいる水量。

（人工系の水量を表す項目）

- ① 河川からの取水量：水源等として川から取る水量。
- ② 河川への排水量：家庭の台所等から川へ流れ出る水量。
- ③ 下水処理場への排水量：家庭から下水道へ排水され、下水処理場へ運ばれる水量。
- ④ 地下水の揚水量：家庭や事業者が井戸から揚水する水量

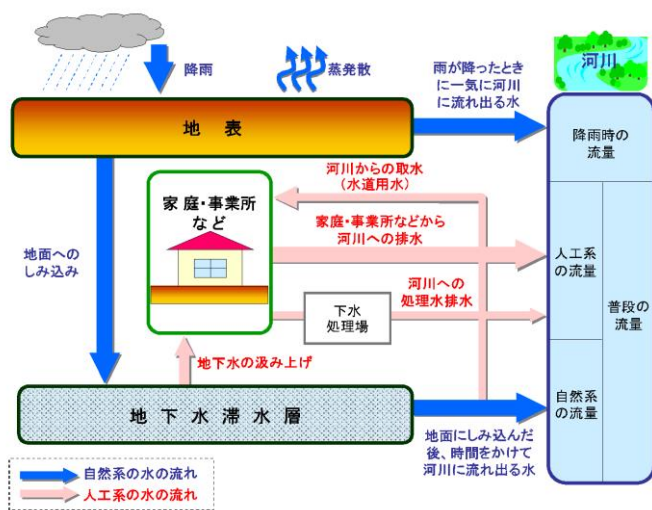


図1 岡崎市の水収支イメージ¹⁾

年間水収支法のポイント

- ・他の手法と比べて基本データが少ない場合でも適用できる。
- ・比較的単純な地下水流動域間の大まかな水の出入りを計算するのに適している。
- ・計算は簡便だが、計算値の利用は年間値の目安程度にとどまり、予測精度が低いため、結果の厳密性が低い。
- ・降雨量などの入力や計算単位は年単位で行い、計算の空間単位は流域全体である。
- ・河川流量や表面流出の通年データがないため、洪水時の水量や、普段の水量が把握できず、他流域への流出・流入が考慮できない。

【引用・参考文献】

- 1) 岡崎市：第3編水環境創造マスタープラン、岡崎市水環境創造プラン（岡崎市水循環総合計画）、2008.3.

キーワード：水収支解析、有限要素法

解析の概要

熊本白川流域のような広域にわたる地下水の涵養、流動、流出という複雑な流れの中で地下水を管理するためには、地下水状況の適切なモデル化が必要となる。

水収支解析の目的は、白川流域の現況水収支の再現である。解析期間は1年間としている。熊本地域は複数の帯水層からなるため、水収支解析では、タンクモデルで垂直方向の地下水涵養量を求め、地下水流動モデルで、地下水涵養量、揚水量、帯水層係数等のパラメータを用い、水平方向と垂直方向の地下水流動量を算定している。

解析手法

地下水流動モデルとして「熊本白川流域」を対象にした準三次元地下水モデルが作成されている（図1）。対象地域を1,974のメッシュに分割し、各メッシュに基盤の形状や地層の厚さ、帯水層の性質などを反映させることで、流域の水理地質構造をモデル化している。涵養域から流動域までの地下水流動を解析するため、このモデルでは縦横方向の地下水流動を考慮し、各帯水層の地下水位、湧水、水収支を計算している。

作成したモデルの検証を地下水の流動状況の再現により行い、データとしてメッシュ毎に揚水量、涵養域変化、降水量、蒸発散量、帯水層定数（透水量係数、貯留係数）、漏水係数、初期地下水位分布を用い、地下水涵養量は、涵養域比率変化、降水量、蒸発散量、地目浸透率を用いている¹⁾。

有限要素法のポイント

有限要素法の適用性として、以下の項目が挙げられる。

- ・広域の単一河川流域や地下水流動域で涵養域、流出域ともに多くの帯水層基本観測データがある場合に適する。
- ・初期の地下水位データが多いほどモデルの検証精度が上がり、予測精度も向上する。
- ・メッシュ毎の帯水層定数が設定可能である。
- ・気象（降水量、蒸発散量）、土地利用（涵養域比率、浸透率）データが充実しているケースに適する。
- ・解析の一部にタンクモデルを組み合わせた複合的な解析が可能である。

また課題として、以下の項目が挙げられる。

- ・データ容量、計算量が多く、取り扱いが煩雑である。
- ・帯水層基本データや地下水位データなどの観測データの蓄積がない流域では使えない。

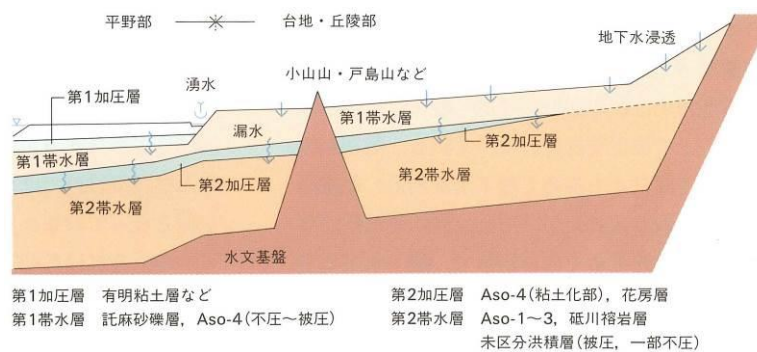


図1 阿蘇西麓地下水盆の準3次元解析モデル概念図¹⁾

【引用・参考文献】

1) 嶋田純：熊本地域における広域地下水流動の実態とその持続的管理を目指した取り組み、全国環境研会誌、第38巻、1号、2013。

キーワード：水資源調査、水収支、持続的管理

概要

西条市では、2007年（平成19年）より、自然科学系の有識者で構成する「道前平野地下水資源調査研究委員会」（座長：高瀬恵次、愛媛大学農学部名誉教授）を設置し、地下水の現状分析と地下水流動解析に関する調査・研究が進められている。同研究委員会では、地下水位観測、降雨量・河川流量データ収集、水質調査などによる現状分析と、水理地質構造の解析、自噴機構の解明、涵養域の特定と地下水流動解析、地下水、主要河川と雨水水質の経時変化などをテーマに、道前平野（西条平野・周桑平野）における地下水流動に関する調査・研究がなされている。その成果は「西条平野の地下水利用にかかる適正な加茂川伏没量について」として答申されるなど、安定的な地下水位の維持と塩水化の防止などの持続的管理に役立てられている。

西条平野の地下水利用量は、灌漑期には農業用水の地下水利用が急増する特徴がある（図1）。西条平野全体では、灌漑期には地下水利用全体の70～80%を農業用水が占め、地下水位に影響し、自噴の停止や塩水化の進行の一因となっている。

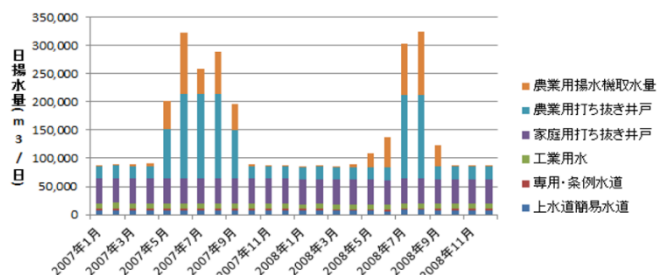


図1 西条平野の地下水利用量¹⁾

解析手法

西条市では、水収支モデルを用いて市内に流動する地下水の流動量を推定している。水収支モデルは、流域内の各領域をタンクにより表現したものであり、各領域間の水収支を解析している（図2）。これにより降雨や河川からの涵養量や領域間での流入出量の推定が可能となっている。

解析結果から西条平野の海側地下水盆では加茂川からの伏没量が灌漑期に3.5m³/s以上確保されれば、将来にわたり地下水の安定的な水位の維持と塩水化の防止が可能と判断されている（図3）。

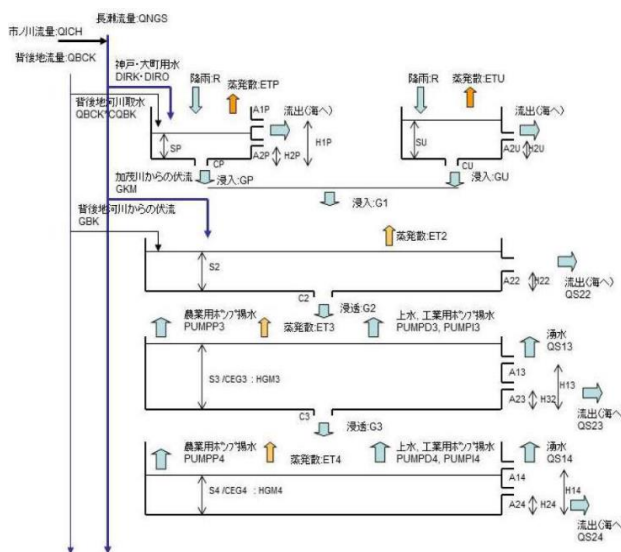


図2 水収支モデル²⁾

解析を用いた施策検討のポイント

- 地下水調査に基づき流域の主な涵養源が特定できている。
- 地下水位の観測に加え、降水量や河川流量、地下水利用量などの基礎情報を把握している。
- 地形・地質に基づき流域が適切な領域に分割されている。
- 再現解析により水収支モデルの精度が評価されている。
- 科学的知見に基づき地下水位の低下や塩水化、硝酸態窒素の問題への効果的な対策と早期の解決に向けた方向性が打ち出されている。

【引用・参考文献】

- 1) 西条市：西条市地下水保全管理計画、2017。
- 2) 西条市：西条市の地下水資源調査結果と道前平野地下水資源調査研究委員会の答申について 水問題に関する協議会 第8回幹事会、2013。

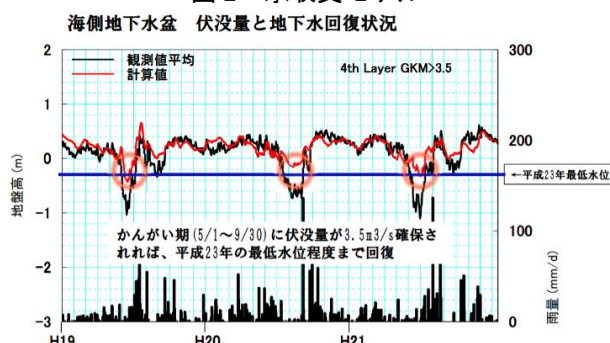


図3 海側地下水盆の伏没量と地下水回復状況²⁾

キーワード：水収支、持続的管理

熊本地域の概要

熊本地域の第四紀層の大半は阿蘇火砕流堆積物で、基盤岩類や安山岩を覆い、台地部では火砕流台地を形成している。火砕流台地は河川によっていくつかの台地に分断され、一部の台地は段丘堆積物に覆われている。第四紀層の大半を占める阿蘇火砕流堆積物は、噴出時期の違いにより大きく4つに区分される。熊本白川流域のような広域にわたる地下水の涵養、流動、変動、そして湧水という複雑な流れの中で地下水を管理するためには、地下水の状況を把握し持続的に水収支管理を行う必要がある。

持続的な水収支管理手法

地下水の涵養域を効果的に活用し持続的な地下水管理を行うことにより、地下水保全しながら持続可能な地下水利用を行うことができる。熊本県及び熊本市は「平成6年度熊本地域地下水総合調査」（平成7年3月）において、地下水の分布と地下水の流動状況を把握するため、主要な帯水層について約500カ所の既存井戸を対象とした一斉測水調査を実施した。調査から阿蘇西麓台地の地下水涵養域にあたる菊池台地の地下水は、約10m～20mの大きな季節変動を示す特徴があり、特に難透水性の地層が存在しない白川中流域低地の第2帯水層への涵養が効果的であることが明らかとなった。また、熊本平野や菊池台地では、地下水位の長期的な低下傾向が認められていたため、熊本市内の地下水利用者からの基金を活用し、白川中流域低地の転作水田を一定期間借り上げ、農家が所有している水利権を利用して転作水田に水を張ることで地下水涵養効果を高めるしくみを作りあげた。

水収支管理事業のポイント

- 水収支管理事業の重要なポイントとして、以下の項目が挙げられる（図1）。
- ・白川中流域低地の水田は、ざる田であったために農家にとっての泣かせどころではあった。しかし、地下水涵養にとっては有難い存在で、約400年前に加藤清正が新田開発に着手しだして以降、熊本地域の重要な地下水涵養域となっている。
 - ・水張りを行う白川中流域低地の転作水田が熊本市域外の大津町・菊陽町の農家に帰属し、行政界を越えた地下水保全事業となっている。
 - ・熊本大学が三次元地下水シミュレーションを実施し、白川中流域低地で水田耕作がもっとも盛んであった1930年代に同低地の最も高い地下水涵養量が確認され、同低地からの地下水涵養は第2帯水層への地下水涵養量全体の40%以上を占め、その6%程度は水田からの涵養効果によることが示された。
 - ・2012年（平成24年）の県地下水条例の改定により、地下水管理政策を熊本県が中心となって実施していく方向性が決まり、それまで熊本地域にあった地下水保全関係の3組織を統合し「公益財団法人くまもと地下水財団」が設立され、熊本地域の地下水全体の管理の運営母体となった。
 - ・熊本県地下水条例の改定のポイントは、地域の長期的な地下水資源の量的管理をめざした次の2点にある。
 - ①重点地域に熊本地域を取り上げ、地下水の許可制を導入したこと。
 - ②量水器の設置義務や涵養対策の実施等を組み込んだこと。

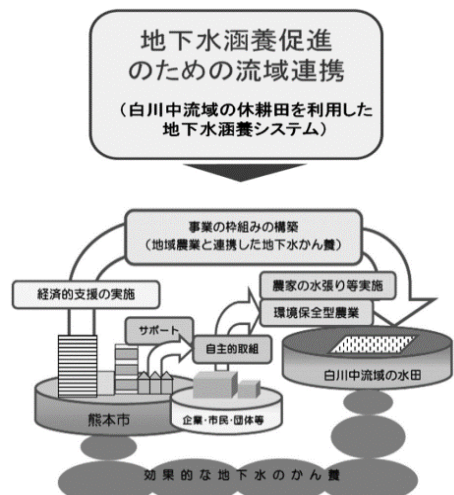


図1 水張り事業の流域連携システム¹⁾

【引用・参考文献】

1) 嶋田純：熊本地域における広域地下水流動の実態とその持続的管理を目指した取り組み、全国環境研会誌、第38巻、1号、2013。
 2) 嶋田純：地域水循環機構を踏まえた地下水持続利用システムの構築、熊本大学、2015。

2. 体制づくり

キーワード：地下水保全、ガバナンス

経緯と概要

熊本地域では、熊本市を含む11市町村からなる広域の地下水保全活動が行われている。熊本市は、1976年に地下水保全都市宣言を行い、様々な方法による地下水保全に取り組んでいる。1986年に地下水観測井戸を設置するなど、地下水の流れを解明するための調査を実施し、地下水の涵養が、熊本市の東に位置する大津町、菊陽町などの白川の中・上流域の農地や森林に依存していることが明らかとなった。このため熊本市は、近隣市町村と協定を結び、広域で連携した涵養量の増加や維持に関する取組を開始した。その代表的取組が白川中流域での水田湛水事業や上流域での水源涵養林の整備事業である。

これらの取組は世界的に高く評価され、国連が「国際水協力年(International Year of Water Cooperation)」と定めた2013年(平成25年)に水保全管理活動の優秀な取組として世界34都市の中で最優秀賞に輝いた¹⁾。第4回アジア・太平洋水サミットは、2022年(令和4年)に熊本市で開催される予定である。

地下水ガバナンス

【熊本地域における地下水ガバナンスの取組】

地下水ガバナンスの仕組みについては、広域地下水管理におけるガバナンスの観点から熊本地域の事例が取り上げられている²⁾。地下水盆を共有する熊本地域では「熊本地域地下水総合保全管理計画」を策定し、基本理念に「一人一人が地下水のしくみや現状について理解を深め、社会的責任、あるいは社会的貢献のもと、住民、事業者、行政が一体となって、それぞれの責任と役割の中で、自主的かつ積極的に地下水保全に取り組む」を掲げ、地域で一体となって地下水保全施策を推進している³⁾。

また、長期的に地下水位が低下傾向を示す中、涵養機能保全、採取量削減、保全目標値設定、水質保全などの取組を、熊本県と白川流域の11市町村、くまもと地下水財団等が協働して事業を行っている。

①涵養事業

熊本市、大津町、菊陽町、地元2土地改良区、JA菊池、JA熊本市東部支店で構成する水循環型営農推進協議会が「白川中流域における水田湛水推進に関する協定」により、農家に対して転作田での湛水の指導を行い、熊本市が助成金を支払い、費用負担している。「白川中流域水田活用連絡協議会」は、この事業の関係者を包括する組織で、事業の推進・調整を行っている(図1)。

②硝酸性窒素削減事業

熊本地域の15市町村中8市町村(2000年時点)において硝酸性窒素による地下水汚染が存在することが判明したため、「熊本市地下水保全プラン」に基づく「熊本市硝酸性窒素削減計画」により、具体的な「地下水の水質改善対策」を連携して実施している(図2)。

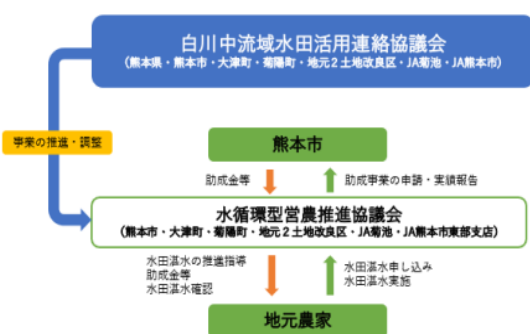


図1 白川中流域水田活用連絡協議会³⁾

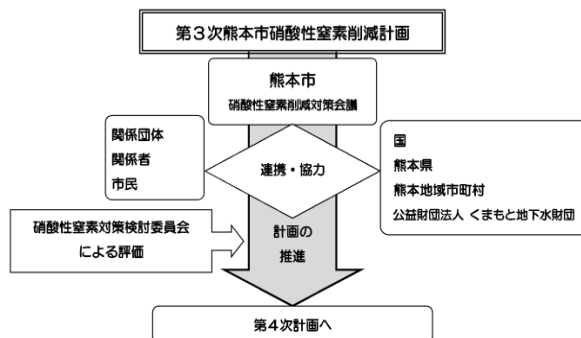


図2 熊本市硝酸性窒素削減計画⁴⁾

【引用・参考文献】

- 1) 田中正：これからの地下水ガバナンス、地下水学会誌、第57巻第1号、p.77、2015。
- 2) 的場弘行：熊本市における各主体間連携による地下水管理政策の模索、日本水文学科学誌、40(3)、121-134、2010。
- 3) 熊本県、熊本市、菊池市、宇土市、合志市、城南町、富合町、植木町、大津町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町：熊本地域地下水総合保全管理計画、2008。
- 4) 熊本市：第4次熊本市硝酸性窒素削減計画、2020。

キーワード：地下水保全条例、水環境基本計画、協議会、市民参加、有識者

経緯と概要

- 1973年（昭和48年） 「大野市地下水対策審議会」の設置
- 1977年（昭和52年）11月 「大野市地下水保全条例」の制定
- 2005年（平成17年）12月 「大野市地下水保全管理計画」を策定
- 2011年（平成23年）10月 「越前おおの湧水文化再生計画」を策定
- 2012年（平成24年） 「大野市森・水保全条例」を制定

大野市が位置する大野盆地は古くから湧水が豊富で、人々はこの湧水を「清水」と呼び親しみ、水と共生する生活様式や水に関する伝承など、特有の湧水文化を育んできた。しかし、高度経済成長期に地下水位の低下や湧水の減少・枯渇が進んだことから、1973年（昭和48年）に「大野市地下水対策審議会」を設置し、地下水保全の検討を始め、1977年（昭和52年）に「大野市地下水保全条例」を制定し、地下水利用の規制を始めた。2005年（平成17年）に、地下水・湧水・水質を含めた地下水の健全な管理を行うことを目的に「大野市地下水保全管理計画」（以下、管理計画）を策定した¹⁾。さらに、地下水保全に留まらず、古くから受け継がれてきた湧水文化を後世に引き継げる環境を作り出すことを目的に2011年（平成23年）に「越前おおの湧水文化再生計画」（以下、再生計画）を策定した²⁾。

大野盆地の地下水は、上流域から涵養され、下流の市街地の産業や市民に供給されており、管理計画と再生計画ともに、地下水が市民共有の財産であるという認識に立ち、行政・産業界・市民が連携した体制づくりを行っている。

【地下水保全のための体制づくり】

- ・事業や活動の拠り所となる流域を包括した制度づくりを行っている。
 涵養域・・・大野市森・水保全条例 流出域・・・大野市地下水保全条例
- ・行政と地下水利用者だけではなく、流域を共有する事業者とも連携し、ステークホルダーを包含した地下水管理体制となっている（図1）。
- ・市が、研究機関・大学と連携し、水循環シミュレーションや流動解析などの取組を行っている。
- ・国土交通省九頭竜川ダム統合管理事務所や県土木部とも連携し、真名川水際掘削および河岸攪乱を行い^{みお}湧筋の固定化や樹林化を解消し、地下水浸透の促進と水位の改善を図っている³⁾。

保全管理体制のポイント

- ・地下水は地域共有の貴重な資源と位置付けて保全施策を実施。
- ・大野市は盆地内にあり単一地方公共団体による地下水・湧水の保全管理が可能。

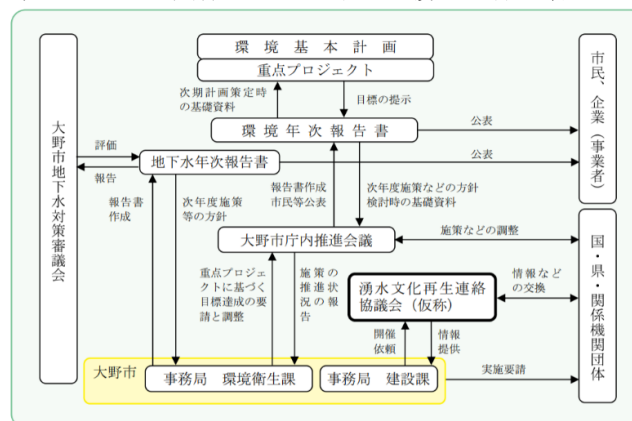


図1 大野市の地下水保全管理体制²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：大野市地下水保全管理計画、2006.12.
- 2) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011.10.
- 3) 蛸原雅之：地域の取り組みに関する意見交換会～福井県大野市～、地下水学会誌、61、75～83、2019.

キーワード：水環境基本計画、環境審議会、市民参加、有識者

経緯と概要

- 2010年(平成22年)2月 高松水環境会議が、高松市へ提言書を提出
- 2010年(平成22年)9月 「高松市持続可能な水環境の形成に関する条例」の制定
- 2010年(平成22年)12月 「高松市水環境協議会」を設置
- 2011年(平成23年)3月 「高松市水環境基本計画」を策定。計画期間は2011～2030年度までの20年間
- 2020年(令和2年)3月 「高松市水環境基本計画」を改定

高松市は1994年(平成6年)の異常渇水を契機に、「節水型都市づくり」と「水源確保」を柱とする取組を進め一定の成果を見いだしてきた。取組が進む中で、人と水との関係を改めて見つめ直し、豊かな水環境を次世代に引き継ぐ「持続可能な水環境の形成」も併せて求められるようになった。そこで高松市は、高松市水環境協議会を設置し、実現に向けた基本方針、目標および施策の方向性を定めた「高松市水環境基本計画」(以下、水環境計画)を2011年(平成23年)に策定した。水環境計画は2020年(令和2年)の改定に伴い「高松市環境基本計画」と一体的に運用していくことになった。これにより「高松市水環境協議会」の役割は「高松市環境審議会」に取り込むことになった。

【事業実施・啓発のための体制づくり】(図1)

- ・市内組織の環境問題庁内連絡会議において、施策の進捗状況について点検・評価している。
- ・有識者、行政機関の職員、環境団体、事業者、公募市民による高松市環境審議会を組織し、定期的に施策の進捗状況などを報告し、意見や提言を受けの中で、適切な進行管理に努め、着実な計画の推進を図っている。
- ・水の安定供給(水道事業)は市民生活や社会経済活動を支える上で重要であるため、香川県広域水道企業団と連携した啓発活動を行っている。

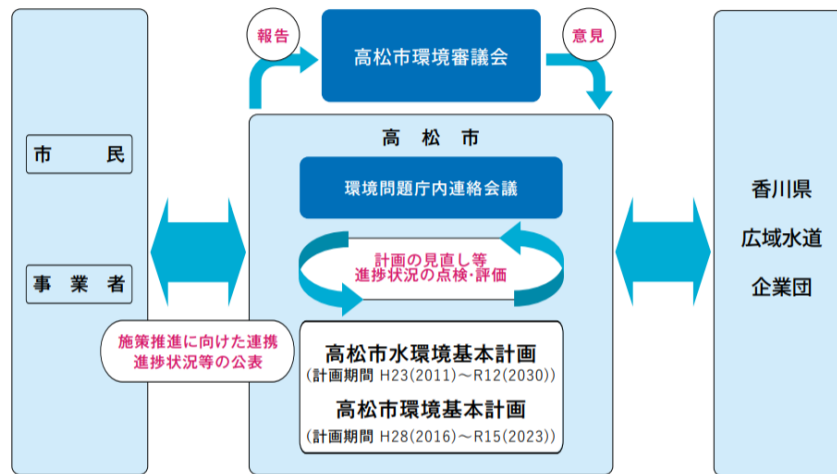


図1 高松市水環境基本計画の推進体制¹⁾

保全管理体制のポイント

- ・持続可能な水環境の形成に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため、高松市環境審議会を設置し、持続可能な水環境の形成に関する事項に関する協議を実施している。
- ・今後の水環境をめぐる環境の変化などに対応するため、必要に応じて高松市環境審議会の意見やパブリックコメントを実施し、基本計画・実施計画の内容を見直ししている。
- ・市民政策局政策課内に水環境対策室を設置している(令和2年度より環境局環境総務課に移管)。
- ・毎年度、施策の進捗状況などを市ホームページなどにより公表している。

【引用・参考文献】

1) 高松市：高松市水環境基本計画、2020.3.

キーワード：環境基本計画、地下水保全管理計画、地下水保全協議会

経緯と概要

- 1996年（平成8年）3月 「西条市地下水資源調査解析業務」開始
- 2018年（平成30年）11月 「第1回地下水保全協議会」開催
- 2019年（平成31年）1月 「第2回地下水保全協議会」開催
- 2019年（平成31年）3月 「第3回地下水保全協議会」開催
- 2019年（令和元年）6月 「第4回地下水保全協議会」開催
- 2019年（令和元年）11月 「第5回地下水保全協議会」開催
- 2020年（令和2年）2月 「第6回地下水保全協議会」開催

保全管理体制のポイント

- 地下水保全協議会は、市民・事業者・市の地下水関連部署の職員で構成し、さらにアドバイザーとして外部専門家を加えている。
- 地下水保全協議会は「地域公水」の理念や地下水に関する科学的な知見（帯水層の構造や流動系の特性、地下水位のモニタリングや水質、利用状況などの情報）を共有し、計画の進捗状況を把握している。協議会での提案について検討・協議し、その実現に向けた課題の整理や関係者間での協力体制の整備が図られている（図1）。
- 地下水保全協議会で提案された施策に国や県の協力、学校や大学・研究機関との連携が必要な場合には、関係機関と協議し、必要に応じて支援の要請や協働が図られている。
- 地下水保全協議会は水循環基本法に基づき、国が策定した「水循環基本計画」の「流域水循環協議会」として位置付け、流域において関係者が連携して水循環保全に取り組んでいくための「流域水循環計画」を策定する予定である。
- 地下水のあるべき姿の実現に向けて、市民・事業者・行政のそれぞれが主体的あるいは協働で取り組まれており、外部機関・関連組織と連携・協働して行われている。
- 地下水利用企業で構成された「西条市地下水利用対策協議会」、外部専門家組織として「道前平野地下水資源調査研究委員会」及び「地下水法システム研究会」を設置している。また、渇水時に市と関係者が対策を協議する「西条市加茂川水系水利委員会」や「西条市渇水対策協議会」が設置されている。本協議会では、これら組織との関係を整理したうえで、組織再編の可能性や健全な水循環の実現に資する連携のあり方について検討し、渇水時にはその対策に協力して取り組まれている。

西条の地下水の未来づくりに関係者が共に取り組むイメージ



図1 西条市地下水保全協議会の体制¹⁾

【引用・参考文献】

1) 西条市：西条市地下水保全管理計画、2017.8.

キーワード：地下水保全条例、持続可能性、地下水利用協議会、水循環保全活動、相互連携

経緯と概要

【協議会の設立】2013年（平成25年）7月

「とっとりの豊かで良質な地下水の保全及び持続的な利用に関する条例」第22条に基づき、鳥取県持続可能な地下水利用協議会を設立¹⁾。

【協議会の設置目的】

とっとりの豊かで良質な地下水の保全及び持続的な利用に関する条例前文の「県民誰もが恩恵を享受できる県民共有の貴重な財産」を皆で保全する趣旨を認識し、県内の地下水の水位、水質等の調査及び水源の涵養に関する事業を実施するとともに、地下水の採取の適正化及び合理化や推進について地下水を採取する事業者相互の連携及び協調により地下水環境の保全を図る。

【事業概要】

- ・地下水位測定、水質調査、結果の公表
- ・水源涵養を図るための森林整備などの水循環保全活動の普及、啓発、促進
- ・地下水採取についての情報交換、調整

保安全管理体制のポイント

- ・会員は、地下水保全条例の届出者（地下水を事業に用いる企業、個人、国・地方公共団体）、水道事業者（市町村）で、会長・副会長は企業から、幹事・世話役は企業、水道局が担っている。2020年（令和2年）7月31日現在で、会員数は72会員、86事業所である。
- ・協議会では年に2回総会を開き、講師を呼んで事務局から話題を提供や情報交換、意見交換を行うための勉強会も毎年開催している。
- ・会費は、地下水の年間採取量に応じて算定した年間基準会費、基準単価に年間採取量を乗じた算定した年間採取量会費と調整率から、年間基準会費＋（年間採取量会費×調整率）により算定している。
- ・事業活動として、地下水の水位等の変動測定と水質の調査及び結果の公表（見える化）、会員による水源涵養のための森林保全活動（森林整備・植樹・間伐）（図2）、シンポジウム等の開催（県外の先進事例や研究プロジェクトの報告、節水・涵養活動の報告、地下水保全の学習等の推進）（図3）、会員の社会貢献活動（環境教育、名水ツーリズム、施設見学）（図4）などを実施している。
- ・問合せや入会申込などへの情報提供、便宜を図るために協議会のパンフレットを作成・配布している（図1）。その中で、協議会の概要、会員、会費規定・算定方法、事業活動の内容を紹介し、地下水採取の適正化及び合理化の推進を謳っている。



図1 パンフレット²⁾



図2 森林保全活動²⁾



図3 シンポジウム等の開催²⁾



図4 工場見学²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 鳥取県：鳥取県持続可能な地下水利用協議会について、<https://www.pref.tottori.lg.jp/222226.htm> .
- 2) 鳥取県持続可能な地下水利用協議会事務局：パンフレット、2020.7.

3. 地域連携

キーワード：地下水保全、地下水涵養、流域連携、SDGs

経緯と概要

熊本地域（地下水を共有する熊本市、菊池市、宇土市、合志市、大津町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町の 11 市町村）において、豊富な地下水は貴重な共有の財産であることから、広域のかつ持続的な地下水保全対策が求められている。そのため、熊本県と関係市町村及び民間企業等は連携し地下水保全対策に取り組む必要がある¹⁾。

地下水保全のための連携

【公益財団法人くまもと地下水財団との連携】

熊本地域では、2012 年（平成 24 年）4 月 1 日に発足した「公益財団法人くまもと地下水財団」と連携・協働した地下水保全に取り組んでいる。公益財団法人くまもと地下水財団は、熊本地域の生活基盤である地下水を広域のかつ横断的に保全するために発足した組織である。地下水の流動メカニズムを把握する調査研究を始めとして、地下水質保全、地下水かん養、啓発の 4 つの公益目的事業を実施している（図 1）。

【民間企業との連携】

熊本地域では、地下水を利用して産業を展開する民間企業が、自社工場周辺や活動地域において、企業の CSR や人材育成、SDGs 等を意識した活動などの中で地下水保全を行う動きが見られる。

上流域自治体との連携による地下水かん養事業の実施や地下水に関するシンポジウムを開催するなど、民間を主体としながら周辺自治体を巻き込んだ地下水保全の取組が行われている。



図 1 公益財団法人くまもと地下水財団の取組²⁾

【住民との連携】

熊本市では、熊本地域の重要な地下水かん養域である白川中流域との交流促進や相互理解を深めるため「田んぼの学校 in 白川中流域」を実施している（写真 1）。この取組は、白川中流域の水田や水路を利用したイベントを通じて、熊本地域のおいしい地下水と農業の関わりや農業の大切さなどについて理解を深めてもらうことを目的としている。



写真 1 「田んぼの学校 in 白川中流域」のようす³⁾

【引用・参考文献】

- 1) 世界に誇る地下水都市熊本、熊本市、2018.3.
- 2) 公益財団法人くまもと地下水財団：<https://kumamotogwf.or.jp/>
- 3) 熊本市環境局：令和元年度「田んぼの学校 in 白川中流域」、
http://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=20410&class_set_id=21&class_id=2754 .

キーワード：地下水保全条例、環境基本計画、協議会、市民参加、有識者

概要

大野市は、全世帯の約70%が井戸を所有しており、豊富な地下水の恩恵を受け、水と共生する生活様式や水に関する伝承など、特有の湧水文化を育んできた。地域共有の貴重な資源である地下水や、湧水文化を後世に引き継ぐために、大野市では2005年（平成17年）に「大野市地下水保全管理計画」を、2011年（平成23年）に「越前おおの湧水文化再生計画」を策定した。各計画では、市民一人一人が、地下水は市民の共有財産であることの認識に立ち、国・県・市などの関係機関や団体、市民や企業が協力・連携して施策を進めている（図1）。

地下水保全活動における連携

【連携の型】^{1) 2)}

・市、企業、市民、専門家を包含した地域連携。

①大野市

- ・事業、活動資金を募るための地下水保全基金（寄付金）制度を創設。
- ・各ステークホルダーの役割を明確化。
- ・学校で地下水、水関連の学習を実施。
- ・専門家を講師に招いた地下水シンポジウムの開催による啓発。

②事業者

- ・行政との協定による涵養域の保全、節水。

③住民

- ・水量測定器の設置。
- ・湧水清掃当番など保全活動に住民が参加。

④国・県

- ・地下水涵養に寄与している真名川の河川環境を改善するため、国土交通省の九頭竜川ダム統合管理事務所と協力し、まとまった量の水量を流して河床を上げる取組や、福井県（河川管理者）とも、水際掘削及び河岸攪乱などの取組を行っている。

⑤研究機関・大学

- ・水循環解析モデルによる解析や安定同位体を用いた水循環解析。

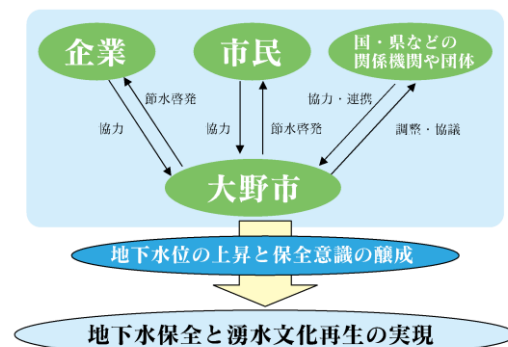


図1 ステークホルダーが担う役割²⁾

地域連携のポイント

- ・大野市は戦国時代から住民が日常生活、消火用水として湧水を利用してきた風土がある。
- ・地下水は地域共有の貴重な資源と位置付けて保全施策を実施し、住民が連携している。
- ・大野市は一つの地方公共団体の中で地下水の流れが完結しているため、単一地方公共団体による地下水・湧水の保全管理が可能である。

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：越前おおの環境基本計画、2010.3.
- 2) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011.10.

キーワード：環境保全、協議会、市民参加、有識者

経緯と連携の概要

- 2003年（平成15年）3月 「市民の健康と安全を確保する環境の保全に関する条例」の制定
- 2007年（平成19年）2月 「なごや水の環復活プラン」の策定
- 2007年（平成19年）7月 「なごや水の環復活推進協議会」（現なごや水の環復活推進懇談会）設置
- 2009年（平成21年）3月 「水の環復活 2050 なごや戦略」の策定

【事業実施・啓発のための連携】^{1) 2)}

- ・公募市民、有識者、行政などのステークホルダーを包含した協議会を組織化。
- ・市民対象の地下水に関するアンケート調査や啓発活動。
- ・市民、団体、事業者、研究者、行政の役割の明確化と合意形成。
- ・県外地域と治水事業等で連携（庄内川、土岐川）。
- ・「あいち水循環再生基本構想」に基づく県内他地域との連携。

地下水保全活動における連携^{1) 2)}

【連携の型】

- ・行政・有識者が協議会を主導し、団体、住民（公募）が委員として参加。
- ・名古屋市環境局が事務局となり、総務局、住宅都市局、緑政土木局、上下水道局が協議会に参加。

【ステークホルダーの役割】（表1）

①行政

- ・行動計画（プラン）を策定し、短期、長期目標を設定。市民を含む関係者による協議会を設置して進捗をチェックする。
- ・ステークホルダーの役割を明確化。
- ・将来的な不確実性に PDCA サイクルの手法で計画の見直し対応を行う。
- ・県内外の他地域と事業、構想で連携。

②住民

- ・役割分担を理解する。
- ・公募による協議会等への積極的参加。

地域連携のポイント

- ・戦略では、水の環を構成する1つに「みんなで取り組む人づくり、場づくり」を掲げ、多様な立場と考えを持つ人々がお互いの役割を理解し、意見を出し合い、合意形成を図りながら取組を進めている。
- ・地下水保全だけでなく、緑、まちの安全・安心についても連携を目指す。
- ・達成度の指標に「協働の指標」を設け、みんなで取り組む人づくり、場所づくりができているかを評価しようとしている。

【引用・参考文献】

- 1) 名古屋市：水の環復活 2050 なごや戦略、2009。
- 2) 名古屋市：水の環復活 2050 なごや戦略 第2期実行計画、2015。

表1 ステークホルダーが担う役割¹⁾

	市民	地域団体・NPO	事業者	研究者	行政
土地の占有者として	普段の暮らしと雨や水道、川や緑など環境との関わりを学ぶ 浸透貯留施設の設置・水利用を合理化・緑を増やすなど 自分に合った方法で水の環復活に寄与する 樹林地・農地・湧水地・水面をなるべく維持する				道路や公園など都市基盤を水循環に配慮したものとする
職業人として	水循環に配慮した企業の商品・サービスを選ぶ	水の環復活につながるムーブメントをつくる	企業活動・商品の水循環配慮型へシフトする	水循環に関する未解明事項の研究や情報発信をする	情報の収集・整理・共有をする 他自治体等との情報共有・協力関係をつくる
地域社会の一員として	地域の水空間の手入れ・整備・計画などに自分に合った方法で参加する オープンスペースや生け垣などにより地域住民に憩いの場を提供する				
協働のコーディネーターとして	情報提供・一斉調査などに参加する		専門家としてまちづくりに参画する 主体間のコーディネートを行う		

キーワード：国際支援、パートナーシップ、SDGs、水供給施設、水環境

経緯と概要

大野市は、昔から地域に根付く、地域や人との結びつきや助け合いを意味する「結の心」に基づき、魅力ある地域資源づくりに取り組んでいる。また、全世帯の約70%が井戸を所有しており、ほとんどの家庭で地下水を飲料水として使用するなど、水資源に恵まれた地域である^{1,2)}。

2015年（平成27年）から地方創生の取組として、市民が恵まれた水資源を「あたりまえ」ではなく「ありがたい」と認識し、「水への恩返し」としてさまざまな形で世界中と分かち合い、地球の将来や人々の幸せに貢献していくことを目指すプロジェクト「水への恩返し Carrying Water Project」が実施されている²⁾。

当プロジェクトの一環に「東ティモール民主共和国への支援」という取組がある。これは、アジアで最も水環境が厳しい国の一つである東ティモール民主共和国に対し、「結の心」に基づいた、市民や事業者の寄付などによる水供給施設の設置を支援するものである（写真1）。

大野市は、「未来へつなぐまちづくり」の実現に向けて、SDGsの推進に向けた取り組みを積極的に行っている。当該支援を通じ、SDGsのゴール6（安全な水とトイレを世界中に）、ターゲット6.4（2030年（令和12年）までに、全セクターにおいて水利用の効率を大幅に改善し、淡水の持続可能な採取及び供給を確保し水不足に対処するとともに、水不足に悩む人々の数を大幅に減少させる）をも推進し、市民の自信と誇りも醸成している¹⁾。

東ティモール民主共和国への支援

【支援体制・期間】²⁾

- ・日本ユニセフ協会と連携（自治体として初）。
- ・年間10万ドルの支援を3年間実施。

【支援内容】²⁾

- ①現地部局と連携し、重力式給水システムの設置先を特定。
- ②重力式給水システム設置・管理の行動計画策定を仲介。
- ③6基（年間2基）の重力式給水システムの設置。
- ④給水システム設置後の管理体制を整備。
- ⑤水源保護の重要性に関する啓発授業を実施。
- ⑥東ティモール政府の諸機関や国内・国際NGOと連携し、アクションプランを策定。

【支援を通じた効果】^{1,2)}

- ・2017年（平成29年）2基、2018年（平成30年）2基、2019年（平成31年）2基（計6基）の水供給施設を設置、受益者数3,330人。
- ・多種多様な業種の事業者が当該プロジェクトに賛同し、募金箱は市内220カ所に設置。支援事業者・団体と連携を図ることで、パートナーシップの構築や両国にとって欠かせない人材の育成。
- ・国際支援を通じた、市民の水のありがたみの再認識および地域に対する自信と誇りの醸成。



写真1 村で作った手洗い設備²⁾

国際連携のポイント

- ・本市は昔から根付く「結の心」がある。また、水環境に恵まれた地域である。
- ・市民が東ティモール民主共和国の水環境の厳しさを知ることによって、水のありがたみを再認識し、地域に対する自信と誇りを持つことで、水環境の保全・継承等の動力となっている。
- ・国際支援を通じた事業者・団体等の連携により、水環境の保全に取り組むパートナーシップの構築及び人材育成へと繋がっている。

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：「未来へつなぐまちづくり」の実現に向けて、
<https://www.city.ono.fukui.jp/shisei/seisaku-keikaku/yuinokunisdgs.html> .
- 2) 大野市：水への恩返し Carrying Water Project 公式サイト、<http://www.carrying-water-project.jp/> .

キーワード：シラス台地、名水、湧水保全、硝酸性窒素汚染、市民参加

概要

志布志市は、鹿児島県の東部、志布志湾の湾奥ほぼ中央に位置する。市の中央を前川、安楽川、菱田川が流れ、両岸にはシラス台地が広がる。シラス台地に降った雨は、シラスを通り抜けた後、ボラと呼ばれる軽石層や砂礫層中など空隙の多い箇所集まり、台地の末端から湧出する。水量豊富な湧水が多く、浸透の過程で岩石中のミネラルが溶け、地下水は良質な水質を誇っている。涵養域は、シラス台地と斜面部で比較的大きく、現在は水道水源の多くを地下水に頼っている。地下水は、生活用水、農業用水としても活用されるほか、平成の名水百選の「普現堂の湧水源」をはじめとした地域の銘水として親しまれ、遊水地は市民の憩いの場として大切にされている¹⁾。

志布志市では、生活用水の多くを地下水に依存しているほか、農業、養殖業などの基幹産業も地下水に支えられており、次の世代にきれいな水、豊かな水を守り、残せるよう経済と環境の持続可能な発展を図ることに努めている。

【課題】

- ・志布志市の湧水を取り巻く環境は、近年、茶畑の増加、農地の施肥・農薬の増加、森林の手入れ不足などによって環境変化が生じてきている。
- ・環境変化の具体的な内容としては、地下水源への悪影響、湧水の水質悪化などがあげられる。また、水道普及などの都市化によって住民意識の希薄化につながっている。

【湧水保全のための基本方針】

- ・シラス台地が育む銘水の恩恵を伝える。
- ・台地の涵養域まで含めた保全を実施する。
- ・銘水を資源としたまちづくりを行う。

地下水保全活動における連携

【連携の型】

- ・行政、団体、農民、住民が参加。

【連携による保全方策】

- ・地域住民による銘水管理（写真1）。
- ・有機系堆肥の適切な農地還元。
- ・適正施肥による環境保全型農業。
- ・適切な地下水利用のコントロール。
- ・湧水保全のための条例づくり。
- ・環境学習の取組。



写真1 住民により清掃された湧水

地域連携のポイント

- ・湧水箇所には、水神が祀られ周辺の集落によって市民協働で清掃・維持管理の活動を実施。
- ・茶畑の有機栽培や減農薬栽培などの対策を進め、環境に優しい安全・安心なお茶を栽培。
- ・事業者による適切な地下水利用のコントロールを行う。
- ・湧水保全条例の策定に向けた行政、市民の協力と地域学習の実施。

【引用・参考文献】

- 1) 志布志市：第二次志布志市環境基本計画、2020.11.
- 2) 環境省：平成19年度鹿児島県志布志市における湧水保全・復活活動支援の検討調査業務報告書、2008.3.

キーワード：流域水循環、水環境基本計画、水環境行動計画

経緯と概要

安曇野市の「市民憲章」には「自然を愛し、水と緑豊かなまちをつくります」と掲げられていて、清冽な湧水は安曇野の原風景であり、安曇野の暮らしと一体化されているが、近年湧水の量が減少したとの指摘があり、市域の地下水位も低下していることがわかった。

このため、地下水問題の発生を未然に防ぎ、健全な地下水環境を創出することを目指して「安曇野市地下水資源強化・活用指針」（平成 24 年 8 月）が策定され、次の 3 箇条が「基本理念（安曇野ルール）」として定められた。

1. 地下水は市民共有の財産である
2. 全市民が地下水保全・強化に努め、健全な地下水環境を創出する
3. 地下水資源を活用し、豊かな安曇野を次世代に引き継ぐ

指針策定から約 5 年間で地下水の最新の調査や研究の成果が出揃ったことや水循環基本法及び水循環基本計画を受け、「安曇野市水環境基本計画」¹⁾（平成 29 年 3 月）及び「安曇野市水環境基本計画」²⁾（平成 29 年 3 月）を確定した。これらは、国の水循環基本計画を受けて新たに策定された全国初めての「流域水循環計画」である。

流域水循環計画における事業主体の連携

流域水循環に係る事業実施において、市以外の種々の事業主体を含む連携が挙げられている（表 1）。

表 1 流域水循環に係る事業主体の連携事例

事業等	内容	市民	井戸所有者	企業	揚水事業者	営農者	JA	土地改良区	教育機関	研究機関	アルプス協議会	国県	市
麦後湛水	涵養					◎	○	○					◎
転作田湛水	涵養					◎	○	○					◎
需要米転作	涵養					◎	◎	○					◎
水田湛水延長	涵養					◎	○	○					◎
地下水位調査等	涵養	△	△		△								◎
定期実態調査	保全		△		△						○		◎
保全条例運用	保全				◎								◎
涵養法調査研究	涵養	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎
地下水採取審査委員会	利用				◎							△	◎
地下水協力金	涵養	○	◎	○	◎	○	△	△					◎
管理体制確立	管理	○	○	○	○	○	○	○	○	○			◎
広域連携	共有										◎	○	◎

◎中心となって取り組む主体 ○：関係して取り組む主体 △：実施に当たり関係する主体

【引用・参考文献】

- 1) 安曇野市：安曇野市水環境基本計画、2017.3.
- 2) 安曇野市：安曇野市水環境行動計画、2017.3.

4. 保全計画

キーワード：環境保全、水環境、水の環

概要

千葉市では「千葉市水環境保全計画」に基づき、次世代につながる豊かな水環境を守り伝え、さらに創出していくことを目的に、「生命をはぐくむ水の環を未来へ」を基本理念として、市民が身近に親しめる良好な水辺環境の創出、生物の生息・生育環境整備、流量の確保、水質の保全などを総合的に推進している¹⁾。

基本方針と取組

計画の構成として、基本理念の下に4つの基本方針と目標を設定している。さらにそれぞれの基本方針には取組みの柱があり、行うべき施策や事業の具体的な方向性を示している（表1）。また目標年度は2021年度（令和3年度）としている。

【4つの基本方針と取組みの柱】²⁾

①いろいろな水辺の生き物の保全

目標) 水辺の生物の種類や個体数の増加につながるような、生物多様性の保全を目指す。

取組みの柱) 多自然型川づくり、水辺の自然の保全・再生、貴重な動植物の保護

②親しみのもてる水辺の創出

目標) 人が水辺にふれあえる場の創出と内容の充実を目指す。

取組みの柱) 人と水辺とのふれあい、良好な景観

③ゆたかな流れ（水量）の確保

目標) 平常時（晴天時）の河川流量、湧水量及び地下水位の確保を目指す。

取組みの柱) 水源かん養域の保全・再生、かん養機能の確保、地下水の適正な利用

④きれいな水（水質）の保全

目標) 河川・海域では、計画で定めた水質目標の達成を目指す。また、地下水については、「地下水の水質汚濁に係る環境基準」の達成を目指す。

取組みの柱) 発生負荷の抑制、地下水質の保全、河川の浄化、海域の浄化

【目標の設定・評価】

市内の河川域を15水域、海域を2水域に区分し、それぞれ目標値を設定している。目標値はBODやCODなど定量的な数値の他に、生息する生き物（魚類・底生生物）や植物については、①保全したい種、②呼び戻したい種を設定し評価している。

表1 取組みの柱と方向性の例¹⁾

いろいろな水辺の生き物の保全

取組みの柱	取組みの方向性
多自然川づくり	<p>■多自然川づくりの推進</p> <p>・河川改修、河川整備にあたっては、治水面での安全性を確保しつつ、河川本来の営みを利用しながら、多様な生物がすめる川づくりを進める。</p>
水辺の自然の保全・再生	<p>■水辺周辺における生物の生息・生育空間の確保</p> <p>・海辺、河川、谷津田などの湿地や湧水地は特有の動植物が生息・生育する場所となるため、保全する。</p>
貴重な動植物の保護等	<p>■地域生態系の保全と回復</p> <p>・貴重な動植物の生息・生育状況を調査し、保全対策を進める。</p>

計画策定のポイント

- ・水環境を「水の環」として未来に継承する。
- ・市民、事業者、行政が協働で水環境の保全に取り組む。
- ・地下水を含む水環境分野全体の保全計画となっている。

【引用・参考文献】

- 1) 千葉市：千葉市水環境保全計画の推進について、2019.12.
- 2) 千葉市：千葉市水環境保全計画（改定版）、2017.4.

キーワード：保全計画、水の環、水環境、長期目標

経緯と概要

- 2007年（平成19年）2月 「なごや水の環復活プラン」を策定
- 2007年（平成19年）7月 「なごや水の環復活推進協議会」を設置
- 2009年（平成21年）3月 「水の環復活 2050 なごや戦略」をとりまとめ

名古屋市は、都市化にともなって健全な水環境が損なわれている現状を受けて、「豊かな水の環がささえる『環境首都なごや』の実現」を理念とする構想「なごや水の環復活プラン」を策定した。その後、協議会で構想の具体化を検討し、「水の環復活 2050 なごや戦略」（以下、水の環戦略）としてとりまとめた¹⁾。水の環戦略は、2050年という、やや遠い将来に実現したい都市像を大胆に描き、そこから今やるべきことを考えるという手法で作られており²⁾、全体では2050年までの長期目標であるが、期間を区切った3つの短期実行計画を設定している（図1）。

基本方針と取組¹⁾

水の環戦略では、「水の環復活」を実現するため、3つの観点から取組をおこなっている（図2）。

1. 水循環機能の回復

- ①雨水の浸透・貯留を増やす
浸透性舗装の整備、浸透適地マップの作成
- ②緑化により蒸発散を増やす
緑化地域制度の運用、学校の建物緑化
- ③水面や緑地、農地を保全する
民有樹林地の保全や緑地の植樹

2. 人にも生き物にもやさしい水辺や緑があるまちづくり

- ①水辺や緑が身近に感じられるまちづくり
堀川や中川運河の整備
- ②地下水や下水再生水を利用したまちづくり
合流式下水道の改善や、下水の高度処理施設の導入
- ③生き物とふれあい、生物多様性の保全に配慮したまちづくり
親水性の高い護岸への改修、水質モニタリング

3. みんなで取り組む人づくり、場づくり

- ①水の環復活に役立つ取組を学ぶ場づくり
小学校で水循環に関する授業を実施、側溝や浸透ますの清掃を啓発
- ②市民・事業者・行政が協力し合い、できることから実践する人づくり
森づくり事業を市民、事業者と協力で行う、木曾川三流域との連携

計画策定のポイント

- ・2050年を見据え、期間を区切った進行管理と目標を提示。
- ・行政・有識者が協議会（懇親会）を主導し、団体、住民（公募）が委員として参加。
- ・名古屋市環境局が事務局となり、総務局、住宅都市局、緑政土木局、上下水道局が協議会に参加。
- ・自然や社会情勢の不確実性に対応するため、「順応的管理」によるPDCAサイクルを実施して、一定期間ごとに取組の評価や見直しを行っていく。

【引用・参考文献】

- 1) 名古屋市：水の環復活 2050 なごや戦略 第2期実行計画、2015。
- 2) 木綿愛子：名古屋市の水環境施策「水の環復活 2050 なごや戦略」について、地下水学会誌、60、123-130、2018。

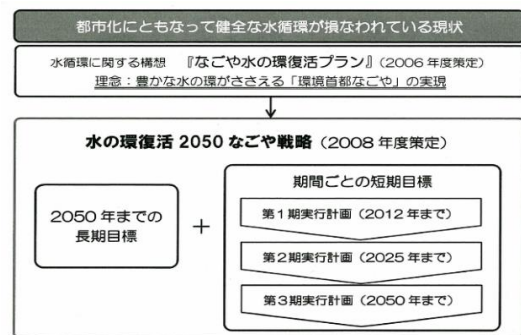


図1 目標と実行計画¹⁾



図2 水の環を構成するもの¹⁾

キーワード：水循環計画、健全な水循環、環境・治水・利水の視点

概要

八王子は、山地と丘陵地に囲まれた低地が盆地状の地形を呈する。山から流れ出した河川や、丘陵の谷戸や崖下で湧き出した湧水が低地に流れ出し、水が豊かという特徴がある。

八王子市は、本来備わっていた水循環機能を再生し、恵まれた環境を次世代に引き継ぐため、自然と共生するまちづくりを進め、水循環機能の低下がもたらしている水環境の課題へ対応するため、2010年（平成22年）に水循環計画を策定し、様々な施策を進めている。

八王子市の基本構想・基本計画である「八王子ビジョン2022」、並びに「第2次八王子市環境基本計画」は、2018年（平成30年）3月に改定され、それぞれ水とみどりのまちづくりを目標の一つとして掲げている。これらの上位計画の方針を受け、2020年（令和2年）3月に第二次計画が策定された（図1）。

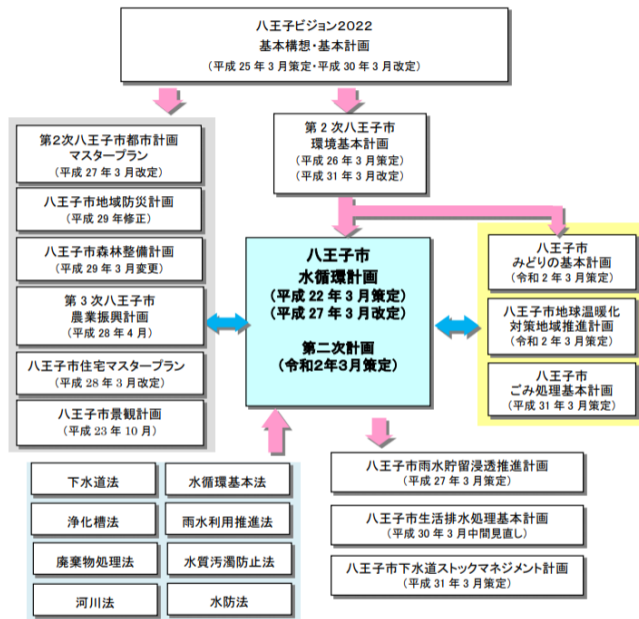


図1 水循環計画の位置づけ¹⁾



図2 各主体の協働・連携による水循環系の健全化の取組¹⁾

八王子市水循環計画では、健全な水循環系を再生し将来への明確な展望を図るために『人と水との良き環をつくり次世代へ水の恵みをつなげていく』という基本理念を定めている。水循環を「環境」「利水」「治水」の3つの視点からとらえ、互いに適切にバランスをとりながら良好な状態を目指すことで、健全な水循環の再生を進めている。健全な水循環系の再生を進め、良好な水環境を次世代に引き継ぐためには、市民・事業者と市の各主体が基本理念を共有した上で、それぞれの立場から協働して取り組むことが不可欠である。これらを踏まえ、流域自治体や国・東京都などの関係機関とも連携し、健全な水循環系を再生する取組が進められている（図2）。

水循環計画は、基本理念を踏まえ、具体的な実施計画である「健全な水循環再生の4つの行動の推進」とそれに関連したまちづくり計画である「川と湧水・水のまちプロジェクト」、上下水道に関連した「水循環に係るライフラインの整備」の3つの基本方針を定めている。健全な水循環系を再生していくための4つの行動を具体化し、市民・事業者と協働・連携して取り組むこととしている（図3）。

第二次水循環計画の計画期間を2020年度（令和2年度）から2029年度（令和11年度）の10年間とし、八王子市環境基本条例に基づく環境推進会議・庁内環境調整委員会の制度を活用して、1年間の進捗状況の点検と5年後の検証を行うこととしている¹⁾。

- 方針1：健全な水循環系再生の4つの行動の推進
- 方針2：水循環に係るライフラインの整備
- 方針3：『川と湧水・水のまちプロジェクト』
～八王子・水のまちづくりモデル事業の推進～

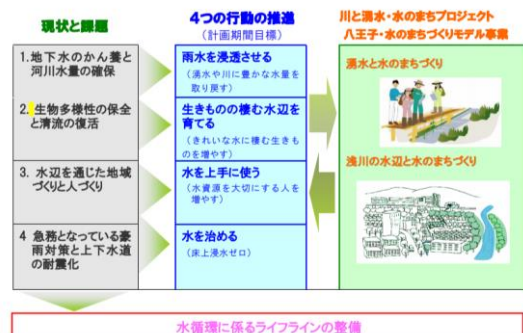


図3 『八王子・水のまちづくり』の施策体系¹⁾

基本方針と取組¹⁾

基本方針のもと、八王子市では次のような取組が推進されている。

【雨水浸透の推進】

- ・「雨水貯留浸透推進計画」を策定し、公共施設、駐車場に雨水浸透施設の設置を促進する。これにより、10 mm/h 相当の雨水流出抑制を図り、治水効果と涵養効果を高める。
- ・涵養能力の高い緑地や農地を、開発抑制や特定生産緑地の指定等の制度を活用することで保全する。

【生物多様性の保全】

- ・河川管理者（国・都）と連携した、自然に配慮した川と水路の水辺づくり。
- ・湧水地や湧水路を整備することで、多様な生きものが生息できる空間を創出する。
- ・八王子の地形の特徴である谷戸は、水源地となっていることから、東京都の里山保全地域の指定や農林業の施策、谷戸の水辺の整備・保全などの施策が連携して、生態系の保全や里山保全活動の支援を進めている。
- ・公共下水道への接続推進と市設置型浄化槽の整備促進などを推進し、河川や水路の水質を向上させる。

【水資源の保全】

- ・雨水貯留槽設置補助事業による雨水貯留槽の設置を拡大し、雨水利用を促進する。
- ・地下水揚水規制を踏まえた地下水の活用と保全のバランスを検討する。
- ・八王子の自然を愛する心を育てるとともに環境保全活動を実践する人材の育成を目的として、学校や環境施設などによる環境教育・環境学習を推進する。

計画策定のポイント

- ・「人と水との良き環をつくり次世代へ水の恵みをつなげていく」という基本理念を定め、市民・事業者や関係機関との協働・連携の下、水循環計画を推進するとしていること。
- ・自然の恵みである水循環系を八王子市の財産として次世代に引き継げるように、環境保全を理解し行動することができる人や地域をつくることで、持続可能な社会の構築に取り組んでいること。
- ・市の基本構想・基本計画で、『水とみどりのまちづくり』を目標の一つとして掲げることで、水循環の再生を八王子市のまちづくりの中心となる取組としていること。
- ・基本理念を踏まえ、現状分析と課題を整理し、明確な4つの行動に落とし込んでいること。
- ・「環境」「利水」「治水」という3つの視点から水循環をとらえた計画となっており、地下水保全だけでなく、水の利用や防災など、水環境全般の保全と創出を含んだ計画となっていること。
- ・推進体制として、市民・事業者と市、河川管理者や流域自治体と協働・連携して、健全な水循環系の再生による『八王子・水のまちづくり』を推進することとし、八王子市環境基本条例に基づく環境推進会議・市内環境調整委員会の制度を活用して、1年間の進捗状況の点検と5年後の検証を行うこととしていること（図4）。

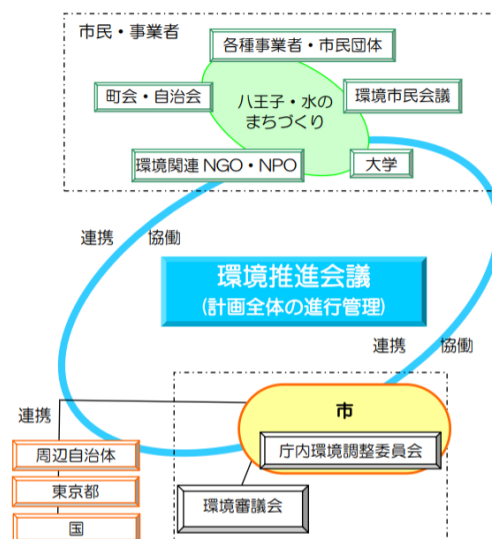


図4 水循環計画の推進体制¹⁾

【引用・参考文献】

- 1) 八王子市：八王子市水循環計画、2020.3.

キーワード：地下水保全計画、温泉、モニタリング、地下水保全対策研究会

概要

町域の外周（市町境）が箱根火山の「外輪山の陵線」に概ね一致していることから、町域外から流入する河川や大きな沢は無く、「閉ざされた地形環境」にある。町域に降った降水だけが早川水系や須雲川水系、芦ノ湖への「水の供給源（涵養源）」になっている。

【目的】（図1）

将来にわたって「町民生活に安心と安全をもたらす」ための取組の一環として、箱根町の限りある地下水資源・温泉資源とそれを支える地下水環境を町民共有の財産と位置付け、地下水の現況を適切に把握するとともに、適切に保全・管理し、持続可能な地下水利用を目指していくことを目的として、2012年（平成24年）3月に「箱根町地下水保全計画」を策定した。計画期間は、2012年度（平成24年度）から2021年度（令和3年度）までの10年間としている。

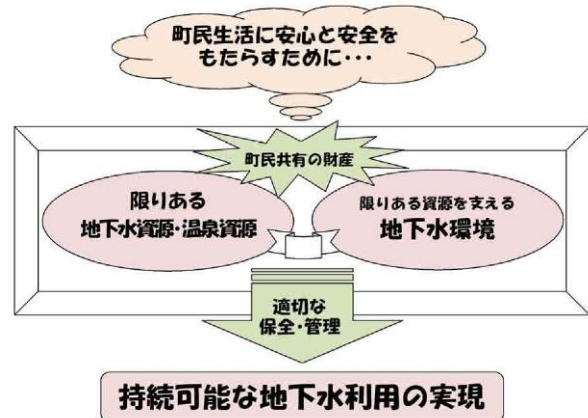


図1 地下水保全の目的¹⁾

【地下水利用現況】

- 古くから、いわゆる「水井戸」や、自然に水が湧き出す「湧水」として親しまれてきたものも多く、箱根町や県企業庁の水道水源を含めた「生活用水源（飲用及び雑用）」として、現在もなお、「生活に密着した存在」として大切に使い続けられているものも多い。
- 地下水保全計画を策定するための取組の一環として、2009年度（平成21年度）に実施した「地下水実態調査」の結果によれば、現地で確認できたものだけでも「計567箇所」の水源（湧水・水井戸・表流水）が町域に存在しており、そのうちの「8割程度」が、現在も何らかの形で利用されている。
- 町域全体では「水源数の約7割程度が水井戸」であり、地区によっては「湧水が半数程度またはそれ以上を占める」場合もある。

【課題】

- 地下水や温泉水は、降雨等が地下に浸透した後、比較的長い時間をかけてゆっくりと流動するので、その場限りの評価や保全のための対策等を行うのではなく、「長期的な視野に立った保全・管理」を行っていく必要がある。
- 個々の水源や源泉の水位や水量を単独で捉えるだけではなく、相互の関係をしっかりと把握しつつ、「箱根町域の共有の財産」として、「一体的かつ永続的に保全・管理していく公的な仕組み」を作り出すことが必要になる。
- 「地域の水循環や地下水環境」は、年間の季節的変化だけでなく、周辺一帯の自然環境や社会環境の変化に応じて、経年的にも変化していくことが想定されるため、単発的な調査や検討・評価で満足するだけではなく、「長期的かつ継続的なモニタリング調査」等の手法によって、その時々「現状分析を適切に行っていく」とともに、必要に応じて「モニタリング体制の見直し」や「地下水保全計画そのものの見直し」等についても検討し、より良い効果が期待できるように配慮する必要がある。

【施策の基本方針】（図2）

- 「町域一帯の地下水や温泉水」を対象とした「水位や揚水量の継続的調査」等の「適切なモニタリング調査体制」によって、総合的にまた継続的な変化も含めて把握する仕組みを構築する。
- 井戸を対象とした「地下水位の継続的調査」として、既に平成22年度に4箇所の観測地点を設定し、自記水位計を用いた地下水位の連続観測を開始している。今後も調査を継続するとともに、観測地点を追加設定して、より詳細な情報を取得していくことが必要と考えられる。

- ・「地下水・温泉水の涵養」や「水循環」に密接に関連する「河川流量の調査」や「降水量等の水文気象状況の資料調査」等も並行して実施することによって、町域における「水収支を総括的に捉えておく」ことが重要である。
- ・将来的には町内の各地域の特性を反映した「地域毎の適正採取量や保全計画の設定」へと発展させることも視野に入れた上で、「地域毎・帯水層毎」の「地下水位等の経年変化状況」や「地下水の涵養や流動の仕組み」の把握を進めていくことも必要。

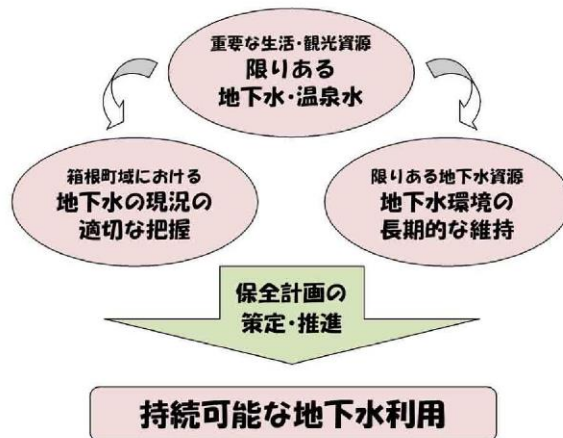


図2 地下水保全の基本方針¹⁾

計画策定のポイント

- ・町域における地下水・温泉水の状態を季節変動・経年変動を含めて把握するため、モニタリング地点（10箇所）を選定し、「水位」・「水温」を継続的に観測している。水質は、毎年度場所（5箇所）を変え15項目（水温、pH、電気伝導度、一般細菌、大腸菌、亜硝酸イオン、硝酸イオン、有機物（TOC）、カルシウムイオン等硬度、塩化物イオン、味、臭気、色度、濁度、ヒ素）を調査している。
- ・地下水保全対策については、神奈川県と町の関係職員で構成する「箱根町地下水保全対策研究会」で検討を行い、推進している。
- ・町における地下水保全対策に係る取組については、水源環境保全税を財源として神奈川県から交付される「水源環境保全・再生市町村交付金」により実施している。

【資料提供】 神奈川県箱根町 企画観光部 企画課

【引用・参考文献】

1) 箱根町：箱根町地下水保全計画、2012.3.

キーワード：水質保全、地下水汚染の防止、硝酸性窒素、堆肥、家畜排せつ物、SDGs

経緯と概要

地下水中の硝酸性窒素の主な発生源は、施肥、家畜排せつ物、生活排水の3つである。土壌への投入された窒素が土壌中の微生物などの作用により硝酸性窒素になり、地下水中へ溶け出すことによって地下水汚染の原因となる。熊本市においても、北部地域、植木町地域、北西部地域、東部地域で環境基準を超過する井戸が存在し、硝酸性窒素による地下水汚染が確認されている（図1）。特に熊本市の主要な地下水流の上流部に位置する東部地域の多くの井戸で、硝酸性窒素濃度が上昇傾向を示していることから対策が喫緊の課題となっている¹⁾。

熊本市では、主に施肥や家畜排せつ物などの発生源対策とその目標値を定めた「熊本市硝酸性窒素削減計画」を策定し、熊本市東部堆肥センターを整備する等、硝酸性窒素対策に取り組んでいる¹⁾。

地下水の硝酸性窒素濃度
（平成26年度）

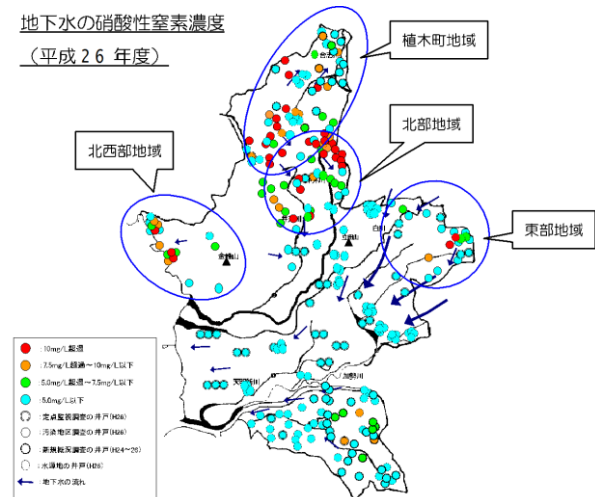


図1 熊本市における地下水の硝酸性窒素濃度¹⁾

水質保全に関する取組

【熊本市東部堆肥センター】²⁾



写真1 熊本市東部堆肥センター²⁾

熊本市東部堆肥センターは、地下水の硝酸性窒素濃度が高い地域の一つである東区戸島町に2019年（平成31年）に設立された（写真1）。当該センターは、主に家畜排せつ物に由来する硝酸性窒素汚染の防止を目的に設立された施設で、家畜排せつ物を堆肥化する施設である。

当該センターの取組は、熊本市では、住民の地下水汚染の防止への理解が元々高いことも後押しし、家畜排せつ物を持ち込む畜産農家の協力のもと進められている。

【熊本市が中心となった水質保全に関する勉強会】

熊本地域（11市町村）では、これまで水量確保について連携して取り組んできた一方で、水質保全の観点では、熊本市以外の自治体において水質に詳しい職員が不在であり、水質保全の取組はほとんど見られなかった。そこで、水質保全に長けた人材を育成するため、連携中枢都市圏の構想を活用し、熊本市は、熊本地域の各自治体を対象とした水質保全の勉強会を開催している。また、地下水を利用している地域という観点で、熊本連携中枢都市圏（18市町村）の自治体も当該勉強会に参加している。

【熊本市硝酸性窒素削減計画】¹⁾

熊本市では、硝酸性窒素による地下水汚染対策を推進するため、「第1次熊本市硝酸性窒素削減計画」（平成19年8月）、「第2次熊本市硝酸性窒素削減計画」（平成22年3月）、「第3次熊本市硝酸性窒素削減計画」（平成27年3月）、「第4次熊本市硝酸性窒素削減計画」（令和2年3月）を策定している。本計画に基づき、硝酸性窒素削減に向けて、各主体と連携しながら施策に取り組んでいる。

【引用・参考文献】

- 1) 熊本市：第4次熊本市硝酸性窒素削減計画、2020.3.
- 2) 熊本市：熊本市東部堆肥センター公式サイト、<http://tobu-taihi.com/>.

キーワード：水循環基本法、水の都、地域公水、うちぬき文化

概要

瀬戸内海に面し、降水量が少ない西条市では、石鎚山系や高縄山系の山々に多量に降った雨が長い年月をかけて地下で浄化される。この地下水が「うちぬき」と呼ばれる自噴水となって市内の水路を縦横無尽に流れ「水の都」と言われる所以となっている。しかし、この地下水資源も近年の気候変動や森林荒廃などの社会状況の変化により、いくつかの問題が顕在化し、早々に対策をとる必要が生じた。2014年（平成26年）7月に水循環基本法が施行され、地下水を含む「水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いもの」とされ、地下水が「公共水」として位置付けられた。西条市では、さらに一步踏み込んだ「地域公水」として地下水を位置付け、2017年（平成29年）8月に地下水保全管理計画を策定し、「人と水」、「環境と水」、「産業と水」の3つの視点から健全な水循環を実現するため、市民、事業者、行政が一体となって地下水を保全し、水量と水質の両面から管理する取組を推進している。

基本方針と取組

【うちぬき文化の継承】

鋼管を15mから30mほど打ち込むだけで湧き上がる地下水は「うちぬき」と呼ばれ、1985年（昭和60年）に旧環境庁（現環境省）の名水百選に選ばれてまちのシンボルになっている。市内では「うちぬき」や湧水を活用した水環境と文化が形成され、市民は、地下水から他地域では得られない様々な恩恵を享受していることを強く認識し「うちぬき文化」を守り育てている。現在、NPO法人西条自然学校による自然環境の保全、学校教育で水をテーマにした学習や企業による森林整備などが行われ、市民自らが地下水を守り育て次世代へ引き継ぐ取組が進められている。

【地下水の利用と保全】

西条平野や周桑平野の地下水は、加茂川や中山川などからの豊富な伏流水、難透水層の分布、推定断層などによって多くのうちぬきや湧水が生じている。このため旧西条市の市街地では上水道等の整備の必要がなく、農業用水も地下水に依存している。伏流水は、降水量や加茂川の流量の影響を受け、地下水位はこれらの要因で変動する。地下水の涵養量に対する利用率は20%（平水年）～33%（渇水年）程度で水収支は安定している。水質は、西条平野沿岸部における塩水化や周桑平野扇状地における硝酸態窒素の高濃度化が認められ、対策が取られている。地区により地下水の利用量が異なることから、市民自らが地下水を将来にわたり守るため、地下水を共有財産として大切に利用し、公共性の高い資源として保全意識を高め、健全な水循環を育てる取組が実践されている。

【地域公水の提唱】

地下水は公共水であり、不特定多数が利用する。また、地下水は目に見えないことから、河川水と同じように一律的に法律で規制し緻密な管理を行うことが困難である。したがって、地下水を地域の実情に応じて条例等で規制し、住民から信託された公的機関が一定の権限と責任により可能な管理を行う「地域公水」と位置付けた。

計画策定のポイント

- ・旧西条市域を対象に暫定施行している条例について、市民の共有財産としての地下水利用のルールを規範化し、地域で保全・管理していく「地域公水」の理念を盛り込むとともに、条例の対象地域を市内全域に拡大。また、地下水の水量及び水質保全に関する規制内容の見直しを行っている。
- ・市民、事業者と行政が地下水の将来ビジョンや目標、それを達成するための手段や市民・事業者の役割や行政との協働など、望ましいあり方について対等な立場で話し合い、ともにその未来をつくっていくために「西条市地下水保全協議会」を設置している。

【引用・参考文献】

- 1) 西条市：西条市地下水保全管理計画、2017。

5. モニタリング

キーワード： テレメーター・システム、精密水準測量、地盤沈下、地下水位

概要

埼玉県では、昭和 30 年代後半から、①精密水準測量と②広域の地盤沈下・地下水位観測井による観測・調査を実施している。1997 年度（平成 9 年度）には、過去に著しい地盤沈下があった地域の観測所にテレメーター・システムを導入した。テレメーター・システムは観測データを自動送信するシステムで、地盤変動の状況を毎日確認することができる（図 1）。

また、2007 年（平成 19 年）になってもなお地盤沈下が継続していた県北東部地域の観測体制を強化するため、2008 年度（平成 20 年度）から栗橋観測所、2009 年度（平成 21 年度）から大利根観測所（1 号井）及び加須北観測所（1 号井）、2010 年度（平成 22 年度）から羽生観測所（1 号井）でテレメーター・システムによる地下水位観測が開始された。なお、観測機器の老朽化に対して機器の更新が進められている。2016 年度（平成 28 年度）より新たに浦和観測所など 3 観測所、2017 年度（平成 29 年度）より川口観測所など 4 観測所、2018 年度（平成 30 年度）より戸田観測所など 3 観測所、2019 年度（平成 31 年度）より草加観測所など 5 観測所でテレメーター・システムによる観測に変更され、これにより自記観測を行っているすべての観測所でテレメーター・システムへの移行が完了した。

観測手法

①精密水準測量

地盤沈下の面的な広がりを把握することを目的として、2019 年度（令和元年度）は県平野部全域 57 市町、調査地域面積 2,868 km²内に設置した水準基標 594 点の標高を年 1 回（9 月から翌年 2 月にかけて）測量し、1 年間の変動量を求めている。

②地盤沈下・地下水位観測

県平野部の 39 の観測所、66 の観測井（さいたま市含む）に地盤沈下計や地下水位計を設置し、沈下の進み具合や地下水位の変動状況を観測している。観測の目的は、どれくらいの深さにある地層がどの程度収縮しているか、地下水位はどのくらい低下しているかを定量的・時系列的に把握することである。

観測井の構造は基本的に“二重管方式”であり、外管（ケーシング）の長さに相当する地層の収縮や膨張を、内管の上端に取りつけた沈下計で記録する。この方法は、現象的には、地盤が沈下することによる内管の相対的な抜け上がり量をとらえ、外管に接する地層の収縮量を測定するものである。

一方、地下水位は所定の深さに設置したスクリーン（井戸の開口部）を通して、被圧した帯水層の水圧変動を井戸の水位変化としてとらえている。井戸の水位と内管に降ろしたフロートとは連動し、地下水位の変化が連続的に記録される仕組みになっている²⁾。

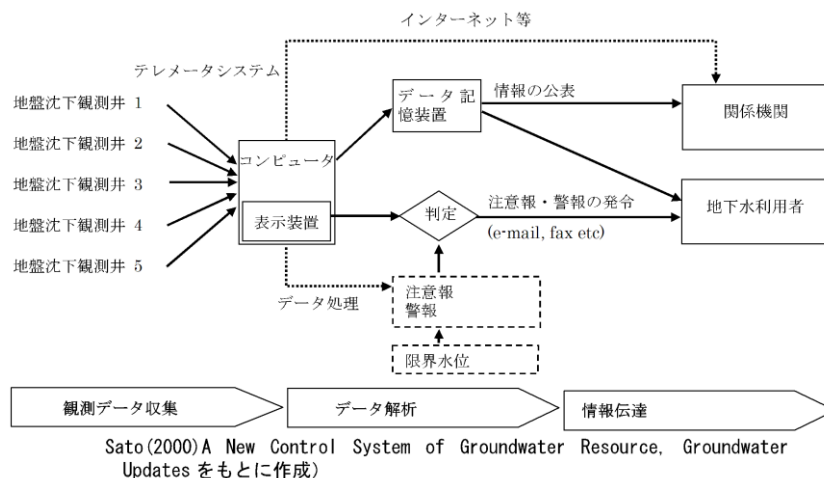


図 1 テレメーター・システムによる地下水管理¹⁾

【引用・参考文献】

- 1) 国土交通省：平常時の地下水利用の取組事例、pp.1-9、2008.
- 2) 埼玉県：令和元年地盤沈下・地下水位観測年報、2020.3.

キーワード：大野市、単一地方公共団体、観測点、地下水位、地盤沈下

概要

福井県大野市は、東から九頭竜川、真名川、清滝川の3河川沿いに発達した低地と周囲の山地により形成される盆地に位置する。古くから地下水利用が盛んで、83%（平成21～30年平均推計値）が上水用と工業用水に使用されている¹⁾。大野市街地がある真名川以西の地下水は、全体に南から北に向かって流れている。この範囲の地下水は木本扇状地内を流れる木本扇状地地下水系と、真名川が深く関与する真名川地下水系に二分され、両者は互いに影響を及ぼし合っている。水田が広がる市南部地域は地下水の涵養が大きいことから、地下水の重要な涵養域としており、可能な限り現在の状態を維持するよう努めている（図2）。市街地には多くの湧水と揚水井があり、末端部では地盤沈下が生じている。大野市の地下水位は、一般的に雪解け時期、水田に水を張る時期、梅雨および台風時期に大きく上昇し、8月中旬頃に最高水位を記録する。その後、水田から水が落とされると地下水位は急激に低下し、11月中旬頃に最低水位を記録するという変動パターンを示す（図1）²⁾。

観測点配置

a. 広域の地盤沈下量

市街地の北端部に分布する粘性土に地盤沈下の履歴があり、基準点（水準点及び三角点）における観測が行われている。市全域に設置されている国土地理院の基準点による沈下地域は市の北端部に限られている。揚水量の経年変化は、工業用水が平成10年頃まで減少していたが、近年は概ね横ばい状態にある。また、消雪用水は市の地下水保全条例で抑制地域が設定されているが、市全体で使用されているために年次差が大きく、脆弱性の要因になっている。

b. 地下水位

地下水位観測は、図3に示す真名川以西の地域で1976年（昭和51年）から着手し、現在32井の観測井で実施されている。大野市では2005年（平成17年）に「大野市地下保全管理計画」を、2011年（平成23年）に「越前おおの湧水文化再生計画」を策定し、市内3か所の観測井を基準観測井として基準値を設けて監視を行っている。

c. 地下水質

大野市では、市街地に住むほとんどの市民が地下水を家庭用ホームポンプで直接汲み上げ、飲料水をはじめとした生活用水に使用しているため、市内42か所の地下水を採取し、水道法における飲料水基準に準拠した40項目の検査項目について年1回の水質検査を行っている。

d. 湧水量

地下水保全に関する基礎資料の蓄積を図ることを目的として、大野市内の主要な湧水地である義景公園と中野清水から湧出する湧水量を連続的に把握するための調査を年間通して行っている。

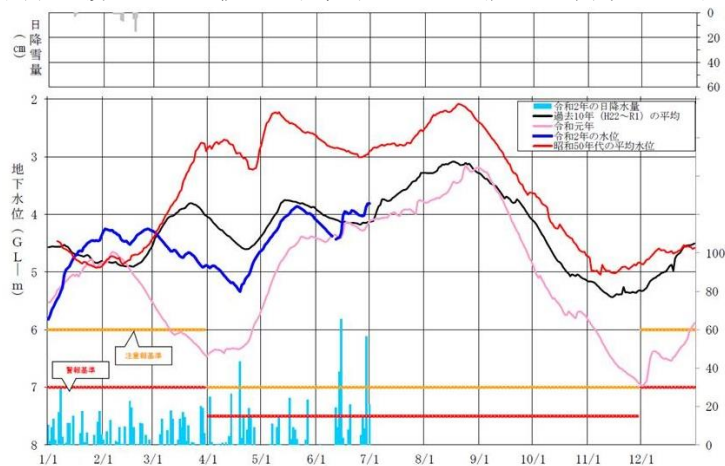


図1 基準観測井の地下水位経年変化⁴⁾（令和元年と令和2年の比較）

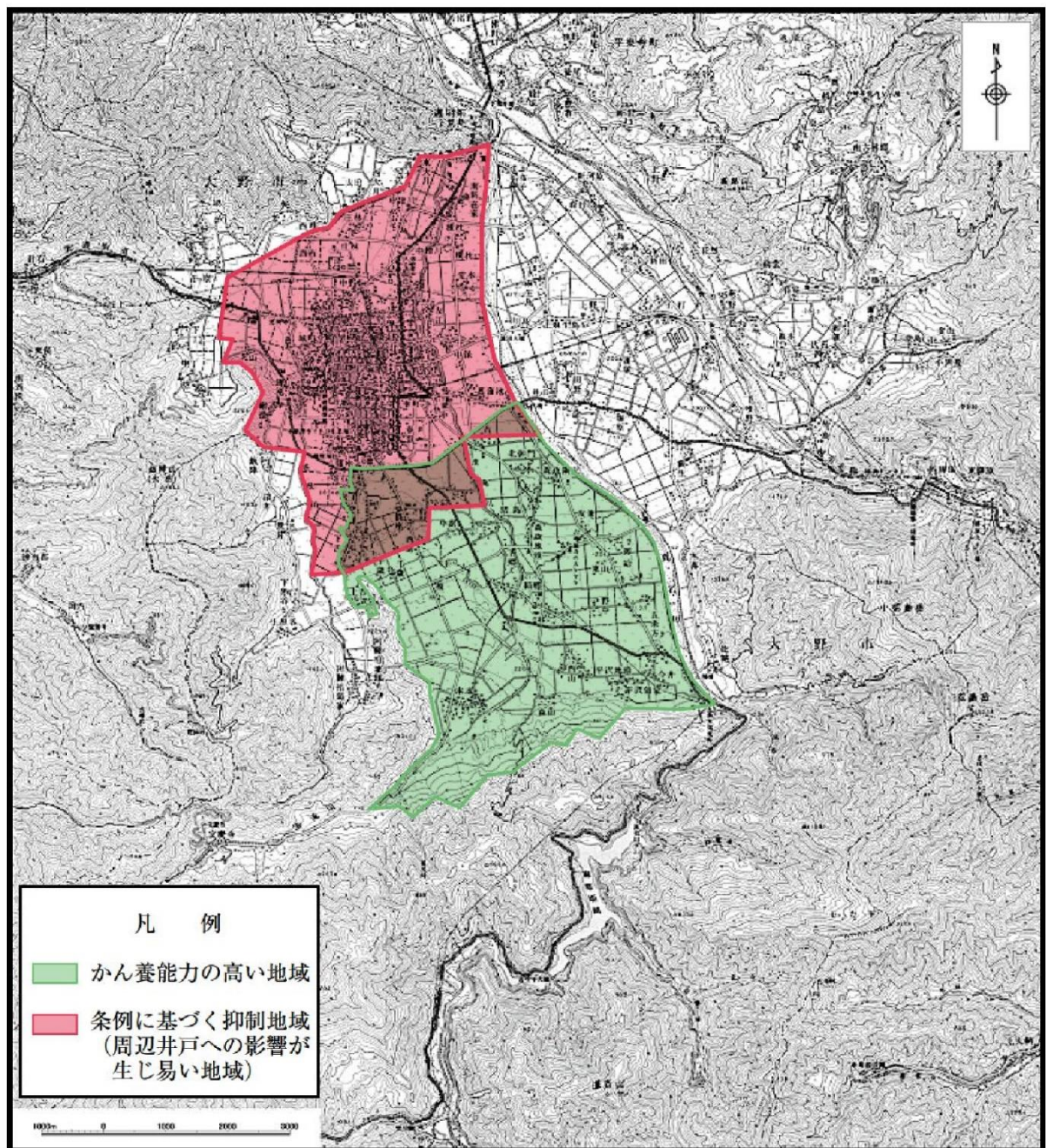


図2 地下水量保全指針の該当区域³⁾

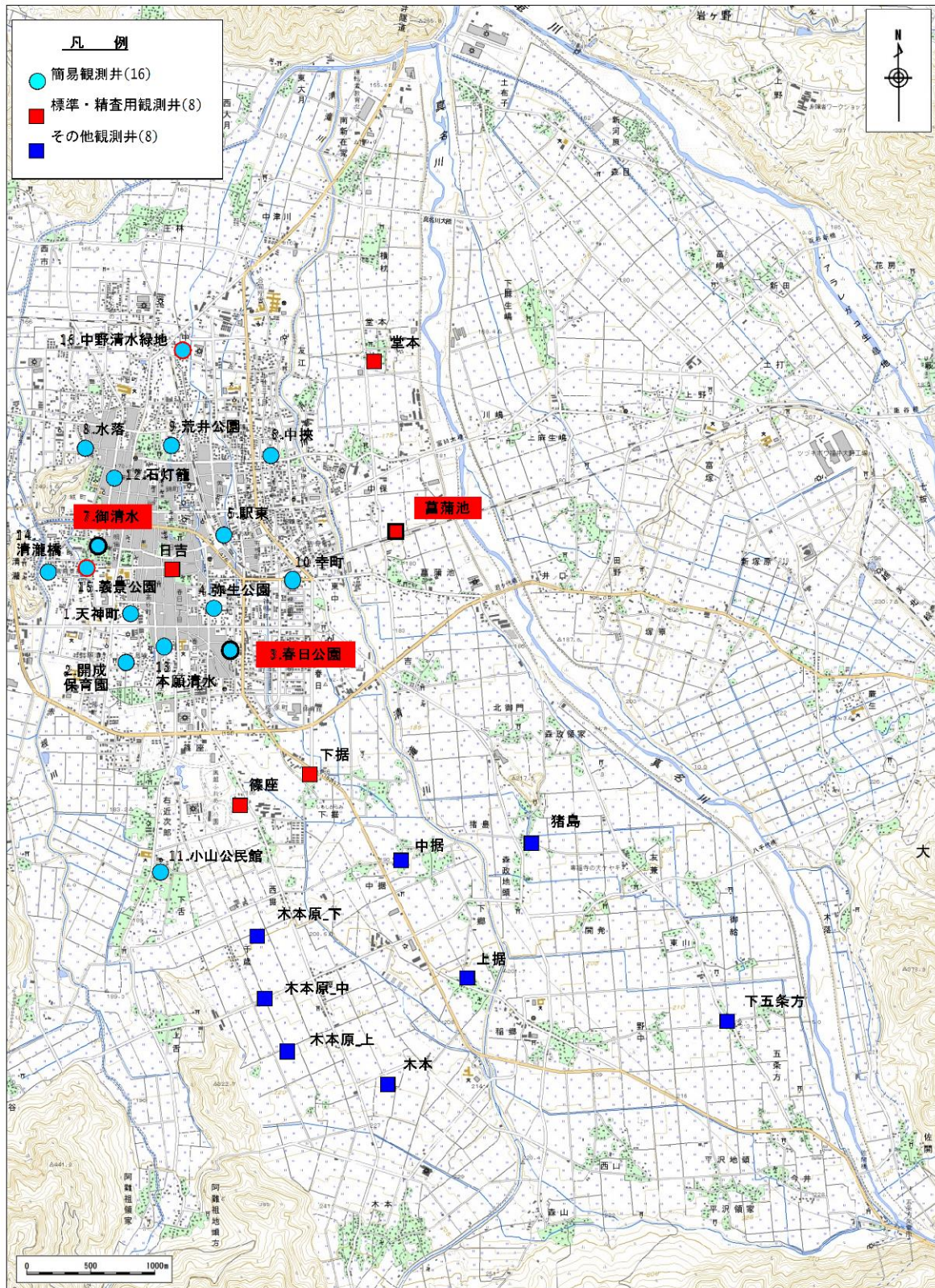


図3 大野市の観測井配置⁴⁾

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：大野市地下水年次報告書～平成30年度版～、2019.
- 2) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011.10.
- 3) 大野市：地下水保全管理計画、2006.1.
- 4) 大野市ホームページ：地下水位の状況、

<https://www.city.ono.fukui.jp/kurashi/kankyo-sumai/chikasui/chikasuijokyo.html>

6. 涵養

キーワード：湧水、水源涵養機能保全、地域連携、住民参加、ボランティア

地下水・湧水の概要

三島市は富士山の裾野に位置し、三島市の湧水は富士山や箱根山などの溶岩流の先端下から湧き出た被圧伏流水と考えられている。市内では楽寿園の小浜池、白滝公園、菰池など数か所から地下水が湧出しており、それらがせせらぎとなってまちを潤わせている。三島の湧水量は、昭和 30 年代（1955 年～1964 年）頃までは、増水期の夏季は約 40 数万 m^3 /日、減水期の冬季は約 20 数万 m^3 /日あり、水温は年間を通じておよそ $15^{\circ}C$ で、小浜池をはじめ菰池、白滝公園などの主要な湧水源から流れ出て源兵衛川や桜川、蓮沼川などの川となって市街地や中郷地区の水田を潤していた。1962 年（昭和 37 年）頃から地下水の汲み上げや道路の舗装化、宅地開発など様々な原因で湧水量が減少していたが、今日も街中を美しい水の流れがうるおし、小浜池、菰池、白滝公園等に水が湧き出でる光景を見ることができる¹⁾。

涵養手法

【森の小さなダムづくり推進事業】^{2,3,4,5)}

三島市では、住宅地域での地下水対策として、屋根に降った雨水を効率よく大地に浸透させる雨水浸透施設（雨水浸透マス）や貯留して水資源として活用する雨水貯留施設の普及を図るため、本施設の設置者に対し補助金を交付している。また、節水に向け、各種イベントや水の日、水の週間において、啓発活動を実施するとともに、節水コマの無償配布を行うなど節水型社会への意識形成に努めている。

また、涵養域である森林面積が市の面積の約 38% を占め、森林地域での地下水対策としては、雨水を地下にしみ込ませ土砂の流出を防ぐなど森林のもつ地下水かん養機能を高める森の小さなダムづくりを進めている。森の小さなダムづくりは、市民・企業ボランティアの協力の下で行われるほか、小中学校の環境学習の一環としても利用されている。森林のはたらきや地下水についての地下水保全教室も同時に実施しており、市民への環境教育、地下水保全の啓発の場ともなっている。

森の小さなダムづくりは、森林のもつ水源涵養機能を高めるため、2001 年（平成 13 年）3 月に市職員提案により事業化された。事業は、箱根西麓の森林で実施し、市民や企業の協力のもと、ノコギリでの間伐を体験しながらその間伐材を有効利用し、丸太を 2～3 段積み上げ、杭で固定した「小さなダム」を階段状に何段も設置する事業である。三島湧水群の復活のための地下水涵養機能のほか、雨水の調整や土砂の流出抑制などの効果も期待されている。2018 年（平成 30 年）実績では、4 回の事業を実施し、参加人数延べ 125 人、15 基が新たに設置されている（図 1、写真 1）。

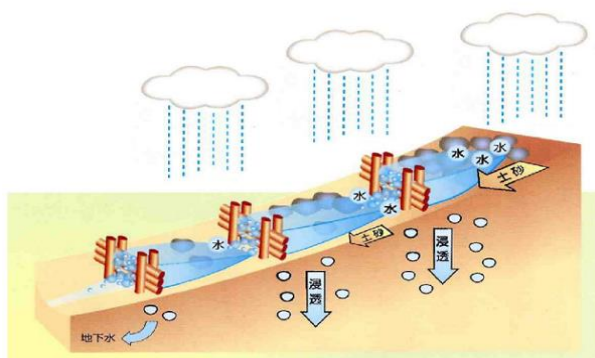


図 1 森の小さなダム機能の模式図⁵⁾



写真 1 森の小さなダムづくり²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 三島市ウェブサイト：三島市観光情報、https://www.city.mishima.shizuoka.jp/kanko_content000191.html。
- 2) 三島市：第 4 次三島市総合計画前期基本計画 基本方針 5（環境保全）、2011。
- 3) 三島市：第 2 次三島市環境基本計画後期基本計画、2017。
- 4) 三島市：三島市環境報告書（2019 年版）、2019。
- 5) 環境学習室「三島の湧水」、http://www.city.mishima.shizuoka.jp/mishima_info/kodomo/yusui/index.html。

キーワード：地下水涵養、涵養源管理、防災、熊本地震、SDGs

経緯と概要

人口 50 万人以上の都市で水道水源を 100%地下水で賄っている都市は、熊本市が日本で唯一であり、世界的に見ても稀有である。また、熊本地域 11 市町村で「公益財団法人くまもと地下水財団」を組織し、水源涵養林整備や水田湛水事業などの地下水保全事業に取り組んでいる¹⁾。

2016 年（平成 28 年）の熊本地震では、二度にわたる大規模な地震により、インフラや公共施設をはじめ、保健・医療・福祉などの民間施設、公共交通機関等に甚大な被害が生じ、市民の生活や企業活動、行政活動等にも大きな支障をきたした。これを契機に、熊本市では、これまでの防災意識や防災対策のあり方を抜本的に見直すことが必要とされ、水の確保という観点も重要視されている¹⁾。熊本地域の地下水涵養量は、年間約 6 億 m³ と見積もられているが、このうち水田からの涵養量が 2 億 1 千万 m³ と全体の約 33%を占めており、台地部の水田が涵養の重要な役割を果たしていることが明らかになっている²⁾。

熊本市では、熊本市地下水保全プランに基づき、地下水保全事業の数値目標を掲げ、その成果を公表している。これは、国内外で評価を受けてきた熊本地域の広域的な地下水保全の取り組みを発信することで、SDGs の水に関する目標の達成に寄与していくことを目指したものである（表 1）。

地下水涵養に関する取組

熊本市がこれまで実施してきた地下水保全に関する取組に防災という観点に加わり、災害時にも水源を確保するために、地下水涵養に対する重要性がより高まっている。

【白川中流域の事例】⁴⁾

大津町や菊陽町に広がる白川中流域では、水田を活用した地下水涵養事業が行われている（写真 1, 2）。熊本地域では水田からの涵養が全体の約 3 分の 1 を占める一方で、宅地化や転作により、水田の作付面積は年々減少し続けており、地下水減少の大きな要因となっていることから、地下水を守るためにも水田を守っていくことが必要となっている。

2014 年（平成 26 年）1 月熊本市と大津町、菊陽町及び水循環型営農推進協議会（図 1）は、白川中流域水田において実施している水田湛水事業の継続を行うにあたり「白川中流域における水田湛水推進に関する協定」を更新した。協定書には、2004 年度（平成 16 年度）より実施してきた水田湛水への助成をはじめ、白川中流域農業及び地下水涵養機能の重要性に関する住民の相互理解の促進、関係地域の住民等の交流促進、環境保全型農業や農産物の地産地消の普及啓発に加え、新たに事業者等による水田湛水への参画支援が盛り込まれた。

水田湛水事業は、白川中流域の転作水田で、営農の一環として行われる湛水に対して、熊本市が助成金を交付し、地下水の涵養を推進するもので、水循環型営農推進

表 1 熊本市の地下水涵養における指標^{1), 3)}

SDGs	
ゴール 6	すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する
KPI	
地下水人工涵養量	
目標値 2019 年度（令和元年度）	: 3,000 万 m ²
⇒ 成果（直近の実績値）	: 2,258 万 m ²

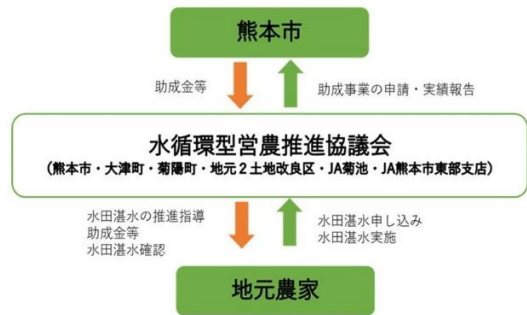


図 1 水循環型営農推進協議会⁴⁾



写真 1 白川中流域の水田⁴⁾

協議会が農家に対して転作田での湛水の普及・指導を行う。水田湛水が、地下水涵養に大きく貢献するため、下流の熊本市が助成金を交付するしくみとなっている。

また、水（水張り）は連作障害の防止や土壌病虫の駆除に効果があるとされ、地力の向上、農薬使用量の低減による経費節減及び地下水汚染の防止などの営農上の効果が認められる。大津町、菊陽町で米を1kg作ると、約20～30 m³の地下水涵養効果があるとされ、また白川の河川水はミネラルに富むことから、湛水により土壌中のミネラルが増えることも分かっている。



写真2 水田湛水状況⁴⁾

【引用・参考文献】

- 1) 内閣府地方創生推進事務局：SDGs 未来都市等提案書（提案様式1）、熊本市、2019.3.
- 2) 熊本県他：熊本地域地下水総合保全管理計画、2008.9.
- 3) 熊本市：第3次熊本市地下水保全プラン、2020.3.
- 4) 熊本市環境局：地下水を育む事業、http://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpkiji/pub/Detail.aspx?c_id=5&id=20337.

キーワード：六郷湧水群、扇状地、浸透池、涵養田、清水、住民参加

地下水・湧水の概要

秋田県美郷町が位置する六郷扇状地の扇端部には、大小あわせて 60 か所を超える湧水がある。1985 年（昭和 60 年）に「環境庁の名水百選」、1995 年（平成 7 年）に「国土庁の水の郷」に選定された。六郷扇状地の扇頂部から扇中部にかけての広大な水田地帯が涵養域となっており、地域住民は生活用水として地下水を利用している。湧水の水質、水温は年間を通じてほぼ一定であり、町の人たちはこれらの清水で、のどを潤し、野菜を洗い、洗濯をし、あるいは天然の冷蔵庫として活用するほか、灌漑用水としても大切な役割を果し、生活に密着した利用がなされており、ニテコ清水、御台所清水（写真 1）、藤清水などの情緒ある名前がつけられている。一方で、地下水位の低下や湧水の枯渇なども見られたため、湧水を守るために水量確保などのさまざまな取組が行われている¹⁾。



写真 1 六郷湧水群御台所清水
秋田県美郷町より提供

湧水保全手法

清水には「イバラトミヨ」が生息しており、水健康度を測るバロメーターとなっている。地元ではこれを「ハリザッコ」とよび、美郷中学校総合科学部（旧六郷中学校科学部）では生態の研究や人工化に取り組んでいる¹⁾。

1975 年（昭和 50 年）頃から清水の水量や地下水位が低下の傾向にあったことから、秋田大学肥田登教授（現 名誉教授）の指導のもと、湧水量や浸透量、地下水位の調査を行い、人工涵養施設として水田を 5 m ほど掘り下げて注水する地下水強制涵養田や 4 か所の人工涵養池の造成、農業用涵養側溝の設置などの直接的な保全対策を実施した。涵養池は水が浸透しやすいように表土を剥ぎ取り、砂利層を入れた 4 か所の「涵養池」に米の収穫が始まる 9 月から翌年の 3 月までの 7 か月間水を張り、地下水脈に水を浸透させる（図 1）。肥田（2007）²⁾によれば、扇頂から扇中部にこの涵養手法を導入すれば、地下水位が上昇し、扇状地の地下水環境の持続的な保全に役立つとされている。



図 1 六郷扇状地の人工涵養模式図³⁾

【類似事例】福井県大野市、富山県砺波市、群馬県高崎市箕郷町

【引用・参考文献】

- 1) 国土交通省ウェブページ：秋田県美郷町六郷、水郷百選、
<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/mizusato/shichoson/tohoku/misato.htm#tokushoku> .
- 2) 肥田登：六郷扇状地における地下水人工滴養の実施と成果、地学雑誌、116（19）、pp.23-30、2007.
- 3) 肥田登：秋田から地球を観察するー地下水は大丈夫かー、エルネットオープンカレッジ「地域からの発信」、文部科学省委託事業平成 18 年度学習コンテンツ流通促進事業、秋田サテライト学習推進協議会、2006.10.24.

キーワード：坑井注入、水溶性天然ガス、かん水、地盤沈下

天然ガスの概要

新潟平野（蒲原平野）は広大な堆積盆を持ち、全国有数の石油・天然ガスの産地として知られる。西蒲原地区における水溶性天然ガスは、地層中（深度 200～2,000 m）の地下水（かん水）に天然ガスが溶存しているもので、メタン（CH₄）が主成分である。採取方法は、ガスリフトを使用する方式（図 1）と、水中モーターポンプを使用する方式がある¹⁾。

ガスリフト方式は、坑井内にリフトパイプを挿入し、天然ガスを吹き込むことによって揚水する方式で、地下水とガス気泡とが入り混じりことで見掛け比重が低下し、上昇流を生じることによって、採取層から坑井への連続的に地下水が流入する。同時に、地下水中に溶存しているメタン（CH₄）が、揚水に伴う圧力の解放によりガス化し、地下水から分離される。

水中ポンプ方式（地下分離）は、坑井内に水中モーターポンプを設置して、地下水を揚水する方法で、ガスリフト方式と比較して、揚水効率が高く、騒音・振動が少ない利点を有している反面、ケーシング管径の大型化により設備費が増大する。

ガス採取に伴う地下水の揚水は、一方で広域的な地盤沈下を生じ、新潟平野では、1950 年（昭和 25 年）頃から水溶性天然ガスの採取が本格化したことで、地盤沈下が加速した。そのため 1959 年（昭和 34 年）から鉱業権者による採取の自主規制が始まり、1972 年（昭和 47 年）には天然ガス分離後の地下水を地下に圧入（涵養）する規制が導入されるなど沈下対策がなされ沈静化に至っている²⁾。

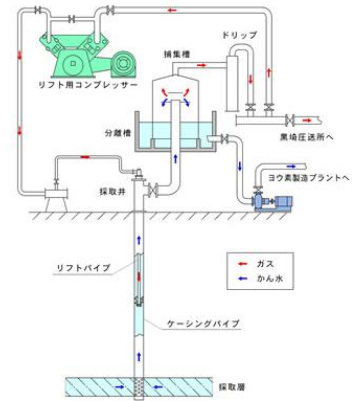


図 1 ガスリフト方式模式図¹⁾

涵養手法

ガスを分離した後のかん水は地盤沈下防止を目的として、全量を地下に還元圧入する方法が取られている。かん水の地下還元は、ポンプで圧入専用井へ圧入する方法で行うが、ヨウ素の回収可能なかん水はヨウ素プラントで処理の後に圧入されている。現状は、1 日あたり約 10 万 m³ の圧入実施し、同一層における揚水量と圧入量が同量となるように収支バランスを取ることによって、地下水位の変動を抑制している¹⁾（写真 1、図 2）。



写真 1 かん水圧入基地¹⁾

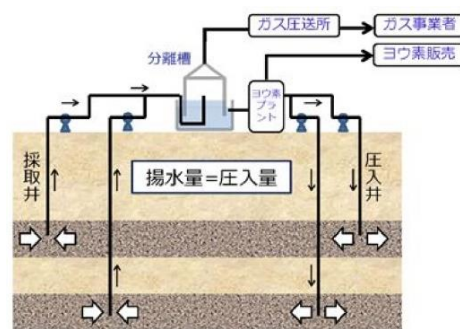


図 2 揚水量と圧入量のバランス³⁾

【類似事例】新潟県新発田市中条ガス田、千葉県茂原市南関東ガス田

【引用・参考文献】

- 1) 株式会社東邦アーステックウェブサイト：<http://www.tohoearthtech.co.jp/business/naturalgas-sup/> .
- 2) 嶋居幸彦ほか：新潟及び内野地域の地質、地域地質報告書（5 万分の 1 地質図副）、産総研地質調査総合センター、90p、2016.
- 3) 株式会社東邦アーステック・三菱ガス化学株式会社ウェブサイト：海底に広がる太古の水を、新潟のちからに、<https://www.gas-youso.com/> .

キーワード：坑井注入、水溶性天然ガス、かん水、地盤沈下

海外における再生水利用の概要

海外における再生水利用は、水資源の減少を背景とした持続可能な代替水源、生態系への影響緩和などの目的として次のような利用がある（図 1）。

- ・ 用水の枯渇・不足対策
- ・ 公共用水域の水質規制への対応策
- ・ 地球温暖化対策
- ・ 環境モデル都市の構築メニュー
- ・ 地下水枯渇・海水浸入の防止策
- ・ 飲料水源の保全

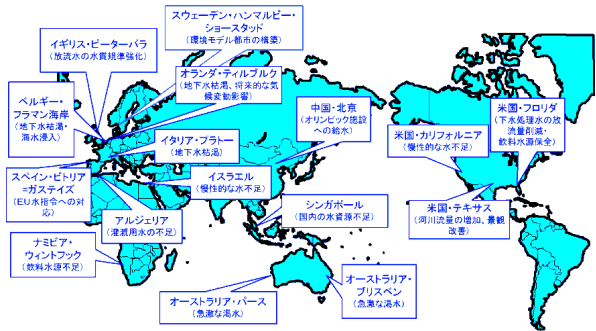


図 1 海外における再生水利用の目的と契機¹⁾

涵養手法

米国では「農業灌漑用水の確保」、「地下水源の保全」、「地域独自の水資源の確保」、「公共用水域への汚濁物質排出量の削減」、「環境の向上」が、再生水利用の意義・目的として認識されている。米国では約 365,000 万 m³ の下水処理水のうち、18%に相当する約 64,800 万 m³ がカリフォルニア州で利用されており、そのうちの 9%が地下水涵養に用いられている（図 2）。地下水涵養については、オレンジ郡で実施されており、次のような基準案（2007 年）が公表されている。

- ・ 直接注入と表面灌漑に区分し、直接注入の場合 RO 処理を要求
- ・ TOC
- ・ 硝酸性窒素の管理
- ・ 微量化学物質（環境ホルモン、医薬品、消毒副生成物等）のモニタリング

オランダのティルブルク市では西部地域での干ばつや地下水の過剰汲み上げが問題化しており、地下水の汲み上げ制限懸念、気候変動等の環境変化を背景として、ティルブルク市下水道部局（下水道網の管理者）、水道委員会（下水道処理者 Water Board）、上水供給企業（公営企業）による共同事業として地下水再生が行われている（図 3）。

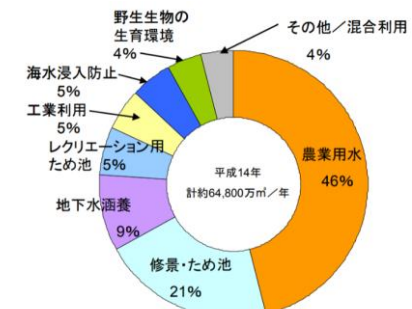


図 2 カリフォルニア州における下水処理水の再生水用途別利用状況¹⁾

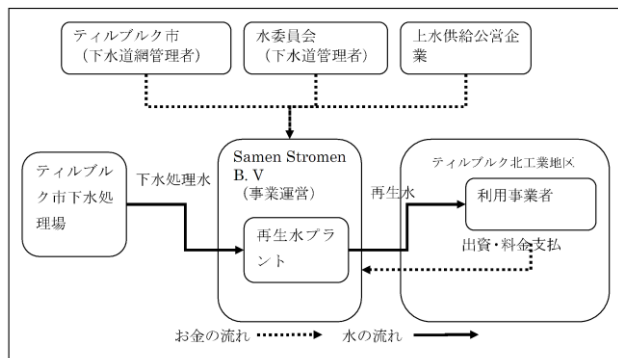


図 3 ティルブルク市における事業構造¹⁾

【引用・参考文献】

- 1) 国土交通省：海外の再生水利用事業における費用負担事例、下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書、2009.4.

キーワード：河床掘削、織物産業、地下水位低下、環境対策

概 要

兵庫県加古川流域の豊富で良質な地下水は、西脇市の代表的産業である「播州織」を支える重要な資源である。加古川では、台風時の洪水対策として河川の河床掘削（1 m～2 m）が行われることとなり、河床掘削後に河川水位が低下することによって地下水位が低下し、従来の井戸取水が困難になることが予想された。そこで地域産業を保全することを目的として、地下水位を維持するための対策と環境対策が実施された。

保全手法

加古川の右岸に止水矢板を施工し、高水敷に堤外水路を設けることで、従前と同じ地下水位を維持する地下水保全対策が実施された（図 1）。また、護岸工に環境保全ブロックを採用し、河床掘削で発生した土砂を流用することにより、地域在来の植生環境を早期に復元するという環境対策も同時に実施している。

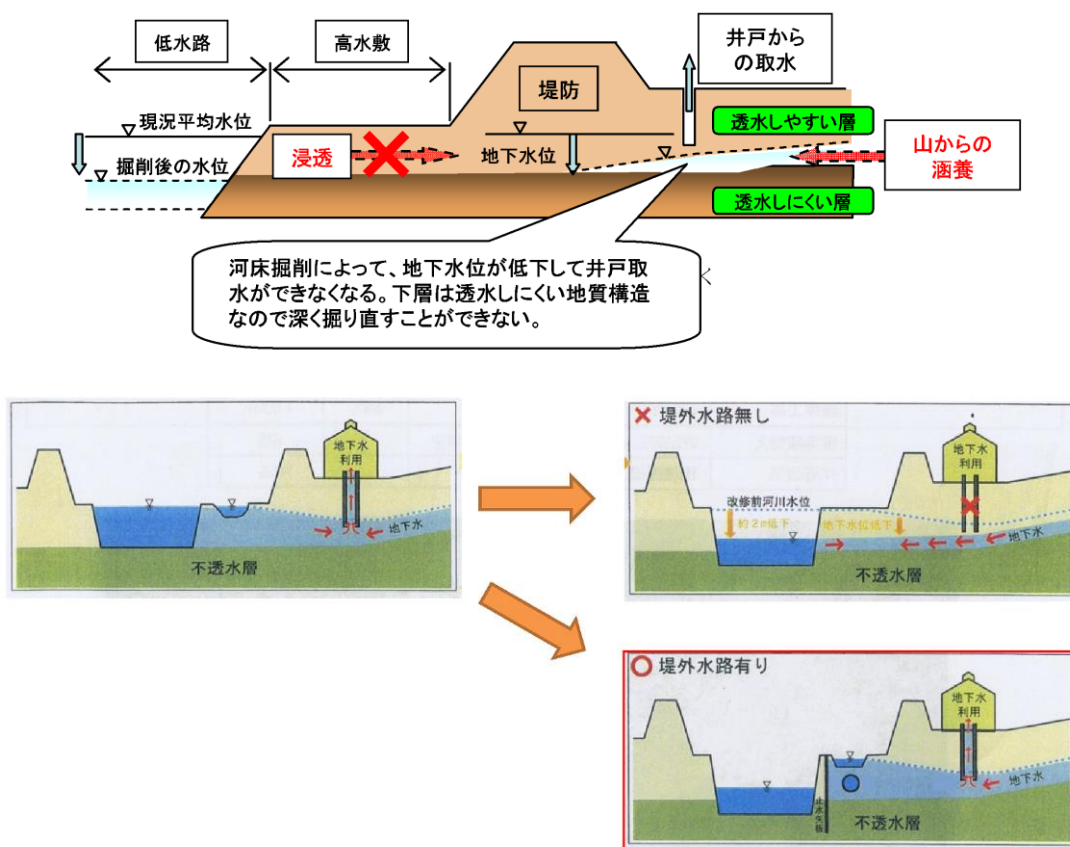


図 1 加古川の河床掘削における地下水保全対策¹⁾

【類似事例】 武庫川周辺整備事業

【引用・参考文献】

1) 上野山雅之：河床掘削工事による周辺地下水低下の影響と対策について、近畿地方整備局、2010.

7. 管理目標

キーワード：基準観測井、管理指標

地下水・湧水の概要

大野市は、地勢や気候から地下水に恵まれ、市内には8,000～9,000本もの井戸があるとされ、上水道の普及率は3割に満たない。また市内には多くの湧水（清水）が存在し、約440年前に清水を水源とする町用水（上下水道）が整備されるなど、地下水に頼った生活をしてきた。しかし、1971年（昭和46年）から1984年（昭和59年）にかけて大規模な井戸枯れが発生し、多くの清水が枯れたことから、地下水対策審議会を設置し、地下水保全の運動を始めた。具体的な施策を策定した「地下水保全計画」や「越前おおの湧水文化再生計画」では、数値指標を設置して地下水管理を行っている¹⁾。

地下水の管理指標

地下水保全管理計画では、持続可能な地下水の保全と利用の調和を基本理念として、地下水位、地下水質、地盤沈下の防止について、それぞれ短期、中期、最終の3段階の目標を設定している（表1）²⁾。最終的な保全目標水位は、市の地下水の実態把握を目的に2001年（平成13年）から2002年（平成14年）にかけて行われた「大野市地下水総合調査」を踏まえ、昭和50年代の地下水位とし、過去に井戸枯れを生じた市内の3箇所を抽出して地下水観測を行っている（図2）。これらの量的保全と併せて水質についても水道法の飲料基準を管理指標として設定している。また、地下水の低下が直接市民の生活用水の不足につながる恐れがあることから、基準観測井において基準値を設け、地下水低下時には地下水注意報および警戒を発令し、市内啓発および節水対策を行うこととしている³⁾。

こうした地下水保全運動により、基準観測井の地下水位は、保全目標水位を超過し地下水位低下を示す日数も減少している。

表1 指標の全体像²⁾

区分	短期（平成17年～21年）	中期（平成22年～31年）	最終
地下水位の保全	・各観測井の長期的な低下傾向が止まること	・最終保全目標値に近づくこと	・最終保全目標値の達成
地下水質の保全	・有害化学物質による新たな汚染の発生防止 ・すでに汚染された地下水の水質改善	・有害化学物質によるあらたな汚染の発生防止 ・すでに汚染された地下水が、水道水の水質基準に適合	・現状で良質な地下水は水質を維持 ・汚染が改善された地下水はその水質が水道水の水質基準に適合した状態で維持
地盤沈下の防止	・観測井体制の整備とその発生状況や原因の解析 ・地下水のくみ上げによる沈下が確認された場合その防止策の検討	・地下水のくみ上げによる地盤沈下の防止策を実施	・生活に支障をきたす、地下水のくみ上げが原因の地盤沈下の発生防止



図2 御清水観測井の地下水位変動と管理指標³⁾

【類似事例】 秦野市の地下水監視基準井、熊本市の江津湖基準水位、安曇野市の最低水位管理

【引用・参考文献】

- 1) 蛭原雅之：地域の取り組みに関する意見交換会～福井県大野市～、地下水学会誌、61、75～83、2019。
- 2) 大野市：大野市地下水年次報告書～平成30年度～、2018。
- 3) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011.10。

キーワード：取組状況、取組効果、協働、指標管理

概要

名古屋市は、都市化にともなって健全な水環境が損なわれている現状を受けて、「水の環復活 2050 なごや戦略」（以下、水の環戦略）において「水循環機能の回復」と、これを生かした「人にも生き物にもやさしい水辺や緑があるまちづくり」を、「多くの人の協力により行うこと」を水の環が復活した 2050 年のあるべき将来像として取組を行っている。水の環復活の指標として名古屋市では次の 3 つの指標を設定し、達成度を評価している^{1) 2)}（図 1）。

- ① 取組状況の指標・・・水収支を指標とした達成度評価
- ② 取組効果の指標・・・水環境の改善状況の評価
- ③ 協働の指標・・・協力して活動ができているかを評価

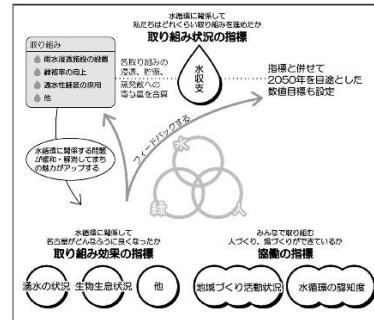


図 1 指標の全体像¹⁾

目標・指標の達成度評価^{1) 2)}

① 取組状況の指標

水の環戦略では、水循環機能の回復のために、浸透・貯留施設の設置や緑被地の保全・創出など様々な取組を行っている。市域全体での年間の「蒸発散量」、「浸透・貯留量」、「直接流出量」を算出する水収支を指標とすることで、取組を進めながら良い組み合わせを検討し、全体として都市化が進展する以前の状態を目標としている。

【「水収支」以外の指標の設定】

「水収支」という数値指標だけでは、「水の環復活」の状況を把握しきれないため、次の 2 つの指標を取り入れた達成度評価を行っている。「第 3 次名古屋市環境基本計画」で設定されている目標値を活用し、市民アンケート調査等で現状の評価を行っている。

② 取組効果の指標

水の環復活の取組によって、名古屋が「人にも生き物にもやさしい水辺やみどりがあるまち」になっているかを調べる指標を設定している。

③ 協働の指標（表 1）

「みんなで取組む人づくり、場づくり」ができているかを調べる指標を設定している。

表 1 取組み効果と協働の指標の例²⁾

指標項目		現状値 (2013 年)	目標値 (2020 年)
取組み効果の指標	名古屋の河川の水がきれいだと思う市民の割合※ ₁	27.4%	40% ※ ₂
	身近に自然や農とふれあうことができる場所があると思う市民の割合※ ₁	41.3%	50% ※ ₂
	親しみがある公園があると思う市民の割合※ ₁	66.2%	70% ※ ₃
協働の指標	自然環境を守る活動に取り組んでいる市民の割合※ ₁	3.5%	15% ※ ₂
	緑のまちづくり活動に携わった市民の延べ人数※ ₁	26,000 人	31,000 人※ ₃
	伊勢湾流域圏（愛知・岐阜・三重・長野）産の農産物を価格が少し高くても優先して選ぶ市民の割合※ ₁	20.6%	30% ※ ₂

※₁：市民アンケートによる調査 ※₂：第 3 次名古屋市環境基本計画での目標
 ※₃：名古屋市総合計画 2018 での目標（2018 年度における目標を記載）

【引用・参考文献】

- 1) 名古屋市：水の環復活 2050 なごや戦略、2009.
- 2) 名古屋市：水の環復活 2050 なごや戦略 第 2 期実行計画、2015.

キーワード：漏水、水環境基本計画、実施計画、取組目標、全体目標

概要

高松市は「高松市水環境基本計画」（以下、水環境計画）において豊かな「水環境」を形成し、これを持続可能な形で未来に引き継いでいく「持続可能な水環境の形成」の実現を掲げている。実現のため、高松水環境会議から水の持つ多面的価値を最大限に発揮できるように水に関わるすべての当事者の連携による「総合水循環システム」の構築が提言され、システム構築のために以下の5事項を計画の基本方針とし、この基本方針に沿った各種取組を進めている（図1）。

- ①身近な水環境の意識の強化
- ②水循環の健全化
- ③良好な水辺環境の創出
- ④安全で安心なまちづくりの推進
- ⑤持続可能な水の利用および管理のあり方の検討

水環境保全の取組の目標設定と評価

【目標設定】

現在の水環境や想定される将来の姿を検討し、持続可能な水環境の形成の障害となる要素を抽出し、5つの基本方針に分類し、課題を整理している。課題解決に必要な13の目標を定め、目標を達成するための施策の方向性を整理している。なお、2020年（令和2年）3月の水環境計画の改定により、具体的な施策および数値目標は、都市環境全般としたより広範囲にわたる計画である「高松市環境基本計画」（以下、環境計画）において定め、一元的に管理している¹⁾。

【評価】

環境計画では、施策の柱に「水循環の推進」を掲げており、指標と目標値が示されている（表1）。

水環境計画改定と目標管理の環境計画への一元化に伴い、環境計画の取組や目標値の見直しが行われた。目標値の評価は、年度実績値を年度目標値で割った数（達成度合）とし、達成率評価基準に基づき達成状況を評価している（表2）。

基本方針と課題	目標
基本方針1 身近な水環境の意識の強化 ○漏水が頻発している ○給水量や水質汚濁原因に占める家庭用水の割合が増加している ○市の水環境に関する施策・取組が認知されていない	◎水環境意識の啓発・節水行動の促進 ◎環境教育の推進 ◎地域や流域圏の連携による水環境意識の醸成
基本方針2 水循環の健全化 ○漏水が頻発している ○自己処理水率比率が低下している ○農地や森林等の機能が低下している ○郊外・農業地域へ市街地が拡大している ○社会資本の老朽化が進みつつある ○給水量や水質汚濁原因に占める家庭用水の割合が増加している ○人口減少を見据えた効率的な水環境行政の運営が求められる	◎水の有効利用 ◎水源の涵養 ◎健全な水循環の実現に向けた排水処理 ◎水の生産、消費、再生、処理の連携と統合的な運営
基本方針3 良好な水辺環境の創出 ○給水量や水質汚濁原因に占める家庭用水の割合が増加している ○農地や森林等の機能が低下している ○郊外・農業地域へ市街地が拡大している ○社会資本の老朽化が進みつつある ○環境基準が達成されていない河川がある ○一部ため池の水質が悪化傾向にある ○親しみやすい水辺空間の整備が不十分である ○生態系などに配慮した水辺・水辺の保全が必要である	◎水辺・水辺の保全 ◎親しみやすい憩いの場としての水辺空間の創出
基本方針4 安全で安心なまちづくりの推進 ○漏水が頻発している ○近い将来に東南海・南海地震が発生する可能性がある ○短時間強雨・ゲリラ豪雨の発生リスクが高まっている ○農地や森林等の機能が低下している ○郊外・農業地域へ市街地が拡大している ○社会資本の老朽化が進みつつある	◎震災等への備え ◎浸水対策の推進
基本方針5 持続可能な水の利用および管理のあり方の検討 ○水の持つ多面的な価値を最大限に発揮させることが求められる ○漏水が頻発している ○市の水環境に関する施策・取組が認知されていない	◎水に関する関係者の連携・協力・交流 ◎総合水循環システム構築に向けた検討

図1 基本方針と目標¹⁾

表1 「水循環の推進」の目標値の例²⁾

指標名	基準値 (H26年度)	現状値 (H30年度)	目標値 (R5年度)
1人1日当たりの水道平均使用水量	301L	302L	299L
下水再生水利用施設数	61施設	64施設	65施設
透水性舗装の整備面積（累積）*	52,927㎡	58,297㎡	59,357㎡

表2 取組目標の達成率評価基準²⁾

【達成率評価基準】	
A 達成率 100%以上	B 達成率 50%以上～100%未満
C 達成率 0%以上～50%未満	D 達成率 0%未満（マイナス）

持続的な方策のポイント

- ・環境計画において目標と施策の方向性を定め、数値目標を明確にしている。
- ・市内の環境全般を対象とする環境計画において、目標を一元的に管理することで、効率的な施策の推進が期待される。

【引用・参考文献】

- 1) 高松市：高松市水環境基本計画、2020.3.
- 2) 高松市：高松市環境基本計画 中間見直し版、2020.3.

8. 資金管理

キーワード：水田湛水事業、人工涵養、流域連携、協定、賛助会

経緯

熊本地域は、地下水を貯留しやすい阿蘇火砕流堆積物や砂礫層が広大な地下水盆を形成し、熊本・阿蘇地域の多雨気候により、豊富で良質な地下水の恩恵を受けている。熊本地域では、約 20 億 m³/年の降水のうち、約 1/3 にあたる約 6 億 4 千万 m³/年が地下水になると推定される。地下水の涵養域は、阿蘇外輪西麓、それに連なる台地部、白川中流域の水田地帯などで、特に水田からの涵養が大きいことが特徴である¹⁾。熊本地域の 11 市町村では、地域全体で 1 つの地下水盆を共有しており、約 100 万人の住民の生活用水を始め、農業や工業用水として利用している。しかし、経済活動や涵養域の減少に伴う地下水位の低下、硝酸性窒素濃度の上昇といった水質悪化が懸念されており、効率・効果的な地下水保全対策の実施に取り組み、地下水環境の改善を図る観点から、既存の地下水保全組織が統合し「公益財団法人くまもと地下水財団」（以下「地下水財団」）が設立され、熊本地域の住民・事業者・行政等が協働して地下水保全事業に取り組んでいる。

資金管理手法

地下水財団設立前の熊本地域では、主に市町村長等を理事とする「財団法人 熊本地下水基金」（以下「基金」）、民間の地下水利用者が会員となって構成する「熊本地域地下水保全活用協議会」（以下「協議会」）、熊本県及び 11 市町村で構成される「熊本地域地下水保全対策会議」（以下「対策会議」）の 3 組織が個々に地下水保全対策の検討や事業を実施してきた。しかし、地下水を取り巻く環境が厳しさを増していることから、2009 年（平成 21 年）に、資金確保のための新たな負担方式と、既存 3 組織を統合し新たな地下水保全組織を設置する検討が開始された。

2010 年（平成 22 年）の「対策会議」及び「基金」理事会において、行政が地下水採取量に応じて一定の負担金を拠出することにより率先して地下水保全に取り組むとともに、事業共同体として「基金」を母体とする地下水財団に組織統合し、事業や役割等を移行することで合意がなされた（図 1）。

また、賛助会「くまもと育水会」を設立し、会費、寄付金という形で協力金を募り、事業や活動の資金とし、地下水保全活動を支援している。

「くまもと育水会」は、地下水財団の設立目的に賛同する、住民、事業者、行政機関等によって構成されている（図 2）。

この他、県知事を議長に 11 市町村長、民間事業者、有識者等をメンバーとし、広域的な地下水保全の方向性を検討する「くまもと地下水会議」という独自の諮問機関も設置されている（図 2）。

財団は、地域の住民・事業者、行政機関等がそれぞれ地下水に広がりがあることを再認識し、1 つの共同体として地下水の保全活動に取り組み、地下水と地域社会の持続的な調和を図る目的を果たす役割を担っている³⁾。

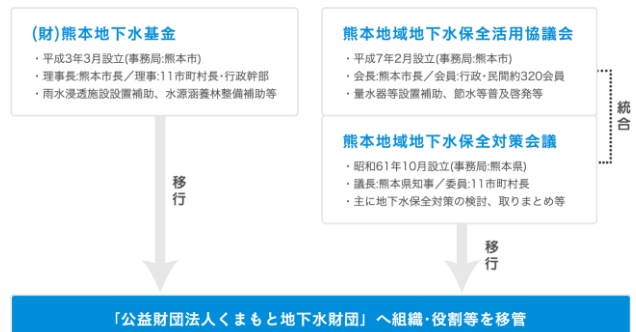


図 1 くまもと地下水財団の設立イメージ²⁾

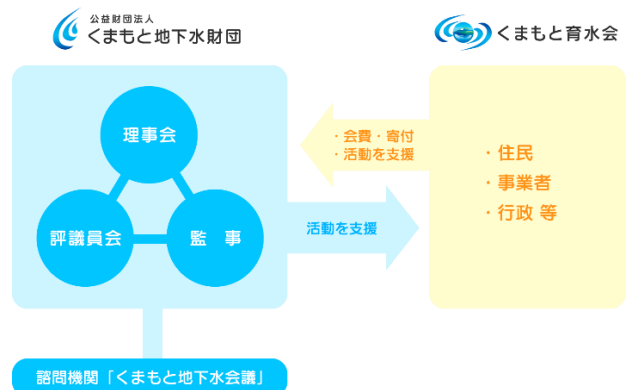


図 2 公益財団法人くまもと地下水財団の運営体制²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 熊本市水保全課：世界に誇る地下水都市熊本、2020.3.
- 2) 公益財団法人くまもと地下水財団：くまもと地下水財団とは、<https://kumamotogwf.or.jp/about.html> .
- 3) 今坂智恵子：世界が認めた熊本地域の持続的な地下水保全、水利科学、No.337、pp.20-32、2014.

キーワード：環境保全協力金（寄付金）、ミネラルウォーター

経緯

北杜市は、豊富な水資源に恵まれ、ミネラルウォーターの生産量が日本一という自然環境にあって、環境の保全に要する費用負担のあり方について検討してきた。

2006年（平成18年）8月に「ミネラルウォーター税等導入のための庁内研究会」を設置し、山梨県の「ミネラルウォーター税」報告書¹⁾、市の環境保全施策等、幅広い角度から検討した結果、市民共有の貴重な財産である森林や水資源等の自然環境を適切に保全し、これらを良好な状態で次の世代に引き継いでいくために、任意の協力金制度を導入することが望ましいとの結論に至った。このため、2008年（平成20年）4月に施行された「北杜市環境保全基金条例」に基づく「北杜市環境保全基金」を設置し、「北杜市環境保全協力金」を主な財源として管理することとした¹⁾。北杜市環境保全協力金は、環境保全事業補助金及び環境保全基金活用事業資金として活用されている（図1）。

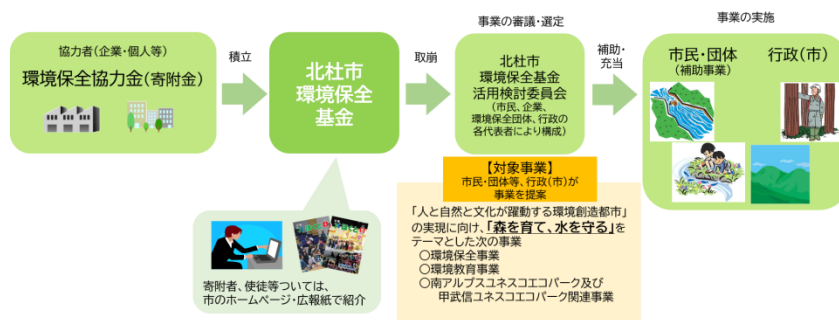


図1 協力金制度の枠組み³⁾

協力金制度の背景と概要¹⁾

- ・水道の約6割（590万m³）を地下水・湧水に依存している。
- ・地下水採取量は過去10年間に計画量ベースで23%増加し、2005年度（平成17年度）の地下水採取量は4,500万m³程度となっている。産業による地下水採取量は過去10年間で1.9倍、水道による取水量の7倍以上に達している。
- ・このため、次のような地下水保全対策が必要になった。
 - ① 健全な森林を育成し、水源涵養にも効果を有する森林の整備・保全（下刈りや除間伐、森林病虫害の防除等）
 - ② 地下水の適正利用の推進（条例見直しによる採取量報告義務、義務違反者の公表等の導入）
 - ③ 観測井戸増設等による地下水位の監視強化

【協力金の考え方】

- ・保全に係る費用負担は行政、住民、地域の環境資源を活用する主体等社会全体で行う「受益者負担」とする。
- ・大規模な林地開発や地下水の大量採取行為が環境資源に及ぼす影響の程度に留意する。
- ・森林及び地下水の保全を目的とした費用負担の具体的な方法については、「公平性の観点」から強制力を伴わない「協力金」という形が、現段階においては適当である。
- ・対象者は趣旨への賛同者、額は任意、用途は森林の整備・保全を行う事業、観測井戸増設等による地下水状況の監視を行う事業、その他環境の保全に必要と認められる事業とし、基金として積み立てる。

【引用・参考文献】

- 1) 山梨県地方税制研究会：「ミネラルウォーターに関する税」についての報告書、資料1、2005.3.
- 2) ミネラルウォーター税等導入のための庁内研究会：環境保全のための新たな枠組みについて、2007.8、https://www.city.hokuto.yamanashi.jp/fs/8/9/2/4/_/72215326826.pdf .
- 3) 北杜市ウェブサイト：北杜市環境保全協力金、<https://www.city.hokuto.yamanashi.jp/docs/2017.html> .

キーワード：秦野盆地、地下水利用協力金

地下水・湧水の概要

秦野市は、1890年（明治23年）に水道事業を開始した。当時から上水の水源には地下水を用いている。秦野盆地という地形と地下帯水構造により、約7億5千万 m^3 の地下水域を有し¹⁾、2019年（令和元年）には水道水源全体1,954万 m^3 の約72%にあたる1,399万 m^3 を供給している²⁾。

また、丹沢山地に流れを発する金目川や葛葉川、四十八瀬川、水無川一帯に点在する秦野盆地湧水群があり、1985年（昭和60年）「環境庁の名水百選」に選定されている。

2000年（平成12年）に「秦野市環境基本条例」を制定し、2000年（平成12年）4月には地下水質及び水量の保全を目的とした「地下水保全条例」を制定して、秦野盆地の地下水が市民共有の貴重な資源であり、かつ公水であると認識し、地下水涵養などの事業の取組を推進している。

資金管理手法

1975年（昭和50年）、協議を重ねてきた地下水利用事業者の理解のもと、「秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱」（表1）を制定し、平均20 m^3 /日以上以上の地下水利用事業者に対して「地下水利用協力金」の納入を義務付けた。地下水利用協力金の額を1 m^3 あたり水道水供給単価の3分の1以内である5円と決定し、協力金の納付については、制度開始当初29事業所と協定を締結した。これらの事業所の井戸すべてに量水器を設置し、地下水利用協力金の納付が始まった。その後、2019年度（令和元年度）現在では、33事業所と協定を締結し、協力金単価は20円/ m^3 となっている²⁾。

表1 秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱 第3条 協力金（抜粋）³⁾

（協力金）

第3条 地下水利用者は、第1条の目的を達成するために必要な協力金を本市に納入しなければならない。

2 前項の規定する協力金は、第5条に定める地下水使用水量に本市水道事業会計の前年度決算に計上された水道水の平均供給単価の3分の1に相当する額を乗じて得た額を限度として、関係者協議の上、定めるものとする。

3 協力金は、4半期ごとに市長が発行する納入通知書により納入するものとする。

（市長の責務）

第4条 市長は、第1条の目的を達成するため、地下水利用者の協力を得て総合的な施策を講じ、地下水資源の適正な保全と利用に努めるものとする。

【引用・参考文献】

- 1) 秦野市：秦野市地下水総合保全管理計画、2021。
- 2) 秦野市上下水道局：令和元年度上下水道事業統計要覧
- 3) 秦野市ウェブサイト：秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱、<http://www.city.hadano.kanagawa.jp/reiki/act/frame/frame110000964.htm>、2015.2.15。

キーワード：松本盆地、安曇野ルール、地下水利用負担金

地下水・湧水の概要

犀川上流域に位置する松本盆地の地下には、水量においても水質においても日本有数の地下水が貯えられている。松本盆地の中央部に位置する安曇野市では、地下水が上水道の 100%をまかない、養魚・農業・わさび栽培、ミネラルウォーター・精密機器の洗浄水等に利用されており、地下水・湧水は安曇野地域の暮らし、産業、観光と密接に係わり、欠かすことのできない重要な地域資源となっている。しかし安曇野地域の地下水位は低下傾向にあり、住民からは地下水を保全するための具体的な対策を望む声が高まっている¹⁾。

資金管理手法

安曇野市では、地下水資源の強化・活用を目的に、条例制定に向けた調査・研究を行い、2010年（平成22年）に、地下水問題の発生を未然に防ぎ、健全な地下水環境を創出することを目指して、「安曇野市地下水資源強化・活用指針」¹⁾（以下、指針）を制定した。指針では「1. 地下水は市民共有の財産である」「2. 全市民が地下水保全・強化に努め、健全な地下水環境を創出する」「3. 地下水資源を活用し、豊かな安曇野を次世代に引き継ぐ」の3か条を基本理念（安曇野ルール）として定めた。そして、指針策定から約5年が経過し、地下水の保全・強化・活用の取組を進める中で、地下水環境に関する最新の調査や研究の成果が整ってきたことや、国の動向を踏まえ、指針で示した方向性を具体化するための道筋を示し、取組の全体像を整理する必要があることから、2019年（平成29年）3月に「安曇野市水環境基本計画（マスタープラン）」²⁾（以下、本計画）を策定した。

本計画では、施策を進めるための資金管理について、地下水を利用する市民や企業活動に大きな負担とならないように指針を踏まえ、受益者で「広く・薄く負担する」ことを基本的な枠組みとして検討することとしている（図1）。受益者は多様であり負担能力にも差があることから負担能力と揚水量を踏まえたルールを検討している。また、市外から地下水協力金として費用を調達する可能性の検討も行っている。具体的には、「①企業版ふるさと納税の検討」、「②ふるさと納税の用途選択制度の導入検討」、「③水を軸とした観光商品（水ツアー）の開発」、「④地下水涵養に資する農作物のブランド価値の向上」等の取組について検討を進めている³⁾。

地下水利用は多用途・多量で、資金管理には各関係者との合意形成が不可欠であり、「市内と市外」の両方から資金を調達することで受益者負担を軽減する配慮も求められている。

【負担ルール（案）】

- ・ 当面の目標の 300 万 m³/年の涵養事業は、市内受益者による協力金負担を基本に、指針を踏まえ、負担能力や揚水量等を考慮した広く薄い負担とする
- ・ 調達した資金の管理・運用状況に関する情報公開及び運用先となる取組の成果の検証・評価を徹底する
- ・ 地下水の保全・強化・活用を推進する第一歩としての負担を検討・実施する
- ・ また、継続的な評価と見直しに基づいて、負担のあり方について見直しを行う
＜方向性：負担能力と揚水量を踏まえた負担ルールとする＞

【配分例案】 一般財源(市) ⇄ 水道利用者 ⇄ 工業事業者 ⇄ 湧水利用事業者・養鱒事業者
※単価設定にあたっては、他の先進地事例等を参考に検討する

図1 安曇野市における地下水利用者の地下水利用負担金（案）³⁾

【引用・参考文献】

- 1) 安曇野市地下水保全対策研究委員会：安曇野市地下水資源強化・活用指針、2012.8.
- 2) 安曇野市：安曇野市水環境行動計画（マスタープラン）、2017.3.
- 3) 安曇野市：安曇野市水環境行動計画（アクションプラン）、2017.3.

9. 水文化の継承

キーワード：地下水保全、水文化、水神信仰、水遺産

概要

稲作を中心としてきた日本では、水源となる山や森と同様に、地下水や湧水に対する関心と信仰心は強く、湧水を手厚く守り奉った水神や竜神・雷神信仰などが各地に存在する。また、豊富な水の負の側面としての水害などへの畏怖心とともに、水を汚さず無駄なく大事に使う意識が暮らしと文化の中に根付いてきた。

熊本市では、今も水神が西山の麓の湧水地や江津湖畔に多く祀られている。江津湖畔にある上無田の水神は、黄金絵に祀られ、しめ縄が張られている。下無田町大江の水神は加勢川沿いの松の木に祀られる。河内町船津の鱸水の水神祭りでは、組座の男子が湧水周辺を清掃して、しめ縄を替えて、米、お神酒、塩を供える。水道発祥の地・八景水谷にも、池の中に水神様が祀られている（図1）。



図1 水の民間信仰（水神）¹⁾

継承手法

このような水文化を伝承するための仕組みとして、熊本市では、くまもと水守制度と熊本水遺産を創設し市民と協働で水文化の継承が行われている。

①くまもと水守²⁾

熊本には水や水文化を守り、水の魅力をPRするための人材を「くまもと水守」の愛称で市が登録し、「水を守る」「水を生かす」など、水に関する人材や活動について情報を収集・提供するとともに水守同士のネットワーク形成を図っている（図2）。具体的な水守の活動としては、近所の湧水地の清掃をする、地域の湧水地ガイドをする、研究者が地下水の研究を行う、飲食店経営者が熊本の水をPRする、水に関する作曲活動を行うなど、熊本の水に関する様々な分野でこれまでの活動を継続し、水守になることで活動をさらに発展させている。

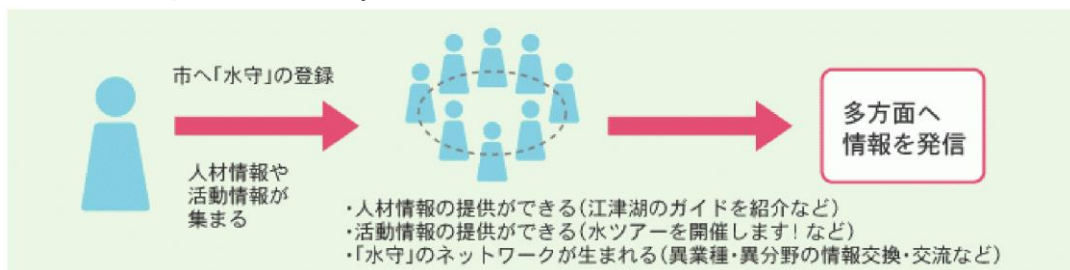


図2 水守制度の登録制度³⁾

②熊本水遺産⁴⁾

熊本市の水の風土と文化を後世に伝えるため、市民共有の財産として市が登録しているもので、湧水、食、土木建築、祭り、風習など有形・無形を問わず、熊本市の水に関係するものであれば登録の対象としている。市民から熊本水遺産の候補を募集し、熊本水遺産委員会の審議を経て、現在 92 件が登録されている。

【引用・参考文献】

- 1) 熊本市ウェブサイト：くまもとウォーターライフ、
https://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpkiji/pub/List.aspx?c_id=5&class_set_id=20&class_id=2655 .
- 2) 熊本市水保全課：世界に誇る地下水都市熊本、2020.3.
- 3) 熊本市ウェブサイト：水守とは、
https://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=20559&class_set_id=20&class_id=2727
- 4) 熊本市ウェブサイト：名水百選と熊本水遺産、
https://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpkiji/pub/List.aspx?c_id=5&class_set_id=20&class_id=2728 .

キーワード：海底湧水、漁場

概要

近年、沿岸域の海底面から湧出する地下水による物質供給の重要性が指摘されている。このような沿岸海底湧水は世界中の沿岸域で報告され、日本では富山湾東部及び駿河湾の海底で確認されている。富山湾の事例では、海底湧水を直接採取し、採取試料を用いて地球化学的分析を行っている。その結果、標高 800~1,200 m に降った雨または積雪が旧河道を通過して 10~20 年かけて富山県東部に位置する黒部川及び片貝川扇状地の沿岸域の海底から湧き出る地下水（海底湧水）となっていることが確認された（図 1）¹⁾。



図 1 富山湾東部の海底湧水循環モデル¹⁾

保全継承手法

富山湾には、ブリ、シロエビ、ホタルイカなど、日本海の魚の 6 割超が生息し、「天然の生け簀」と称される。降った雨が土中にゆっくりと浸透するうちに土壌のミネラル分が溶け込み、水は地下水路によって海へ運ばれ、海底湧水となって噴き出す。海底湧水は陸から海へ物質を運ぶ入り口であり、窒素とリン、珪素という栄養塩の輸送路である。特に、珪素とリンは、滞留時間が長い深い地下水で濃度が高く、土や岩石との反応で溶出して生じるため、海底湧水の栄養塩濃度は表層海水の数倍から数十倍もの高い値を示す。また、通常、河川から供給される栄養塩の大部分は、河川水と海水が混じり合う河口域で、河川水中の懸濁粒子に吸着されて沈降するか生物によって接種されてしまうため、沿岸海洋への寄与は供給量の数割程度しかない。富山湾では海底湧水が河川水の 1.2~2 倍もの量の栄養塩を沿岸海洋に供給していて、富山湾へ注ぐ海底湧水日量は河川水流出量の 25% を占めており、水深 200 m 以浅の湾内に影響を及ぼしていることが明らかになっている¹⁾。

富山湾の豊かさを表す言葉に「木一本、鰯千本」というのがあり、湧水の源は立山連峰の森である。このため、一部の漁協は岐阜県の手で植樹活動を展開して森林組合と交流を始め、地方公共団体の枠を超えた地域連携の輪も広がりつつある。

水文化継承のポイント

- ・ 漁業関係者や地域の住民が研究者とともに海底湧水の恩恵を認識し、背後の標高 3,000 m の山々が地下水の涵養源であることを知って、山林の植樹など、涵養源の保全を図る動きが出始めている。

【類似事例】

- ・ 北海道厚岸湾の天然カキ、利尻昆布、宮城のカキ、別府湾の関サバ、城下カレイ、駿河湾の桜エビなど。

【引用・参考文献】

- 1) 張勁：世界環境縮図モデルとしての高低差 4,000 m の水循環—富山を知ることで世界を知る—、高低差 4,000 m 富山の環境研究、富山大学、pp.52-59、2012.3.

キーワード：酒造り、伏流水、湧水、保全、酒造組合

概要

京都・伏見は、京都市南部地域の中心に位置し、豊かな水に恵まれた環境のなかで独自の水文化を発展させてきた。伏見では、桃山丘陵から流下する伏流水が御香宮の境内などに「御香水」として湧出するなど、多くの湧水に恵まれている。日本を代表する酒どころとなったのも、この天然の良水に恵まれていたことが大きな要因となっている（写真1）。水質は、カリウム、カルシウムなどをバランスよく含んだ中硬水で、酒づくりに最適の条件を満たしているとされる¹⁾。伏見では酒造りにとっての地下水の重要性が早くから認識され、伏見酒造組合が中心となり保存の努力が続けられてきた。



写真1 御香宮の御香水¹⁾

保全の歴史と継承方法^{2,3)}

- ・1928年（昭和3年）地下鉄工事が計画された際には、大規模な地下水脈を調査し、影響を検討した。その結果、伏見の醸造用の地下水が枯渇する結論が得られ、調査結果をもとに当時の大蔵省や陸軍省、電鉄会社などに陳情し、高架軌道に変更した。
- ・高度経済成長による都市化に伴い、再び地下水に対する不安が増したことから、1960年（昭和30年）に「伏見地下水調査委員会」を組織し、広汎な地下水調査を再実施した。
- ・調査をもとに1977年（昭和52年）「伏見地下水保存委員会」を発足させ、伏見の地下水を保全する活動を本格化し、さらに、1979年（昭和54年）京都市に対し「伏見区内での地下工事を伴う建設工事に際しては、必ず伏見酒造組合と相談するよう指導されたい」との要望書を提出し、全面的な協力を得て今日に及んでいる。
- ・2009年（平成21年）に酒造会社周辺の浅層地下水の把握を目的に3次元飽和不飽和浸透流解析を行った。この結果は、地下構造物が地下水に及ぼす影響を検討する際に役立つと期待されている。
- ・5年ごとに醸造用水に関する調査を実施。各蔵元の井戸の使用状況、揚水量、水質などを確認。伏見の地下水の水質保全に努めてきた。
- ・伏見酒造組合による情報発信。
- ・伏見醸友会（酒造会社25社、会員数65名）によるイベント、講演会の開催、情報発信。

水文化継承のポイント

- ・地下水の水量、水質が酒造りの重要な要素となっている。
- ・地域の人々にとって地下水が貴重な水資源と認識があり、早くから地下水保全の意識が高い。
- ・有識者、酒造組合が協働で地下水の水質保全に当たっている。

【資料提供】伏見酒造組合

【引用・参考文献】

- 1) 伏見酒造組合ウェブサイト：伏見の酒について、<http://www.fushimi.or.jp/index.html>。
- 2) 伏見醸友会ウェブサイト：「水を守る」、<http://www.fushimi.or.jp/joyukai/history/water.html>。
- 3) 北岡ほか（2013）：京都市伏見地域における現場計測による地下水性状の把握と3次元浸透流解析、応用地質、Vol.54、16-24。

キーワード：水の都、人と水・環境と水・産業と水

目指すもの

「水の都西条」では、人と水の総合的な研究が重要な課題となっている。水は人の生存には不可欠なものであり、西条市は豊かな水環境に恵まれ、安全で安心できる生活を享受してきた。このため、いのちと環境を支える水を今後も守っていくことが求められている。「水と生きる。水と暮らし。水を飲む。水を知る。水を活用する。水と遊ぶ。水を守る。」など人と水には多種多様な関わりがあり、「水の歴史館」では、水を（1）人と水、（2）環境と水、（3）産業と水の三つの視点で捉えて検討している（図1）。

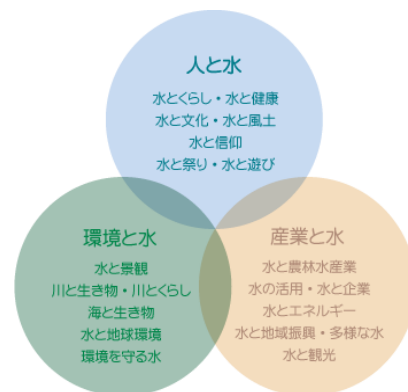


図1 水の歴史館が目指すもの¹⁾

水の歴史館で提供される情報

- 西条市のWebページの水の歴史館トップページでは、西条の水・うちぬき、水の資料館、水を学ぶ、水を楽しむなど、歴史館が「目指すもの」に相応する各種の情報が得られる（図2）。市の地下水保全協議会の開催概要も情報提供している。
- 「うちぬき」では、江戸時代から続くうちぬきの歴史、西条平野の自噴地下水のしくみが解説されている。
- 「水の資料館」では、各地の観測井の地下水位変動図や水質調査結果で見える化が図られ、最近の地下水位低下について啓発が行われている。また、地下水の硬度などの性質、降水量・河川流量と地下水位の関係などの年報が公開されている。
- 「水を学ぶ」では、地球環境、人間の体内など大きな水環境の知識が得られる。和紙や隧道（トンネル）など、西条の種々の水環境の歴史や地域の水文化の変遷など地域の水、地下水情報が得られる。
- 「水を楽しむ」では、水辺の生きものや写真、マップが示され、名水百選カードの話題や配布についての情報が提供されている。名水百選カードにはうちぬき文化のはじまりや地下水が地域公水であることが記載されている。
- 「イベント」には、世界水フォーラムや地下水サミットなどへの参加の話題が掲載されている。

水文化継承のポイント

- 普段利用している地下水の採取や水環境がどのような歴史を経て維持されてきたのか、現在どのような状況にあるのか、今後どうして保全していくのか、などの情報を利用者が自由に得られる環境は教育と並んで水文化を持続継承していく上で非常に重要である。
- 地域の情報だけでなく、世界の水環境、協議会の活動などの情報も利用者にとっては参考になり、保全への啓発になる。

【引用・参考文献】

- 1) 西条市：水の歴史館トップページ、
<https://www.city.saijo.ehime.jp/site/mizunorekishikan/> .

図2は、水の歴史館のウェブサイトのスクリーンショットを示している。メニュー項目は以下の通りである。

- 西条の水・うちぬき**
 - うちぬきって何？
 - 打ち抜きの仕組み
 - 打ち抜き工事の今昔
 - 川の歴史
 - ダムの歴史
- 水の資料館**
 - 地下水位調査結果
 - 水質調査結果
 - 西条の水は軟水
 - 西条市の水道使用量
 - 西条市内の降水量の推移
 - 加茂川と地下水の相関関係
 - 地下水硬度マップ
 - 地下水年報
- 水を学ぶ**
 - 水から見た地球環境
 - いのちを支える水
 - ミネラルウォーターってどんな水？
 - 水にまつわるインタビュー
 - 西条の水にまつわるお話
 - 水問題に関する協議会など
- 水を楽しむ**
 - 水辺の生きもの
 - フォトギャラリー
 - 西条水めぐりマップ
 - 名水百選カード

図2 水の歴史館の情報¹⁾

キーワード：湧水、生物多様性、保全

湧水の特性と生態系保全

湧水には様々な成因があるが、水温、水量、水質が安定しており、水辺に林が発達するなどの特徴がある。このため、湧水は、健全な水循環の原点であり、古来より人々の生活用水として使われ、人々の暮らしと密接な関わりの中で地域の文化を育んできた。また、湧水は、多様な生物の生息・生育を成立させ、地域の生態系を支える重要な存在でもある¹⁾。このため、湧水地周辺の湧水生態系を保全していくことが重要である。

柿田川湧水群の特徴と保全の取組

静岡県の柿田川湧水群は、富士山の山麓から自噴する火山性湧水である。水量が多いことから「東洋一の湧水」と呼ばれている。約 8,500 年前の富士山の大爆発で、大量の溶岩を噴出して出来た三島溶岩流の間を通過して、富士山の東斜面に降った雨や雪解け水が湧水となっている。市街地から湧出した湧水が集まり、川幅 30～50 m、延長約 1,200 m の柿田川となってその流域に豊かな自然環境を形成し、ミシマバイカモ、ヤマセミ、ホトケドジョウなど貴重な生態系の生育を維持している。



写真 1 柿田川公園の湧水¹⁾

- ・柿田川の水は、優れた水質と豊かな水量を誇っており、静岡県の東部地域の 35 万人の飲料水として利用されている。利用されている水量は、一日に約 30 万 m³ であり、湧水の残り約 70 万 m³ は狩野川に注がれている。
- ・柿田川の水源地である富士山麓の地下水を保全するため、山麓の国有林にブナなどの植樹活動をすすめている。植樹活動は、(財)柿田川みどりのトラスト、沼津市民協議会、三島自然を守る会、柿田川湧水保全の会など県東部の環境保護 9 団体で構成する「柿田川・東富士の地下水を守る連絡会」が中心となって進められ、清水町、三島市、沼津市、長泉町も協力している¹⁾。
- ・近年柿田川の水量は減少傾向にあり、公益財団法人柿田川みどりのトラストは湧水を守るため、毎年定期的に湧水量、水質調査を行い、広報誌・パンフレットを発行している。また、全国から基金を募って破壊の危機にさらされている柿田川の保全に必要な土地を買い上げ、借り上げ、保存・管理して行くナショナルトラストの運動を進めている²⁾。
- ・清水町では柿田川の上流部に「柿田川公園」を整備しており、地下水が湧出する「湧き間」を間近に見られる(写真 1)。また、清掃活動や柿田川周辺の民有地の買収を行い、環境保全に努めている。ホームページでは、柿田川情報として、柿田川の自然環境・歴史、動植物図鑑、四季フォトグラフや湧水ビデオを公開している。柿田川を管轄している沼津河川国道事務所では、ホームページ「インフォメーションかのがわ」を作成して、柿田川や狩野川の情報をインターネットで紹介している。

水文化継承のポイント

- ・湧水は歴史的に生活における水利用と深く結びついている。通常、その保全活動は水量および水質の維持・保全を目的にしている。そのため湧水環境とそこに生息する多くの生物に着目して、生物生息環境としての湧水環境を保全していくことが生物多様性保全のポイントである。

【引用・参考文献】

- 1) 環境省 水・大気環境局：湧水保全・復活ガイドライン、2010。
- 2) 公益財団法人柿田川みどりのトラスト：<http://www4.tokai.or.jp/kakita.rv-trust/index.htm>。

10. 地域づくり

キーワード：せせらぎ、湧水、住民参加、市民主導、維持管理、まちづくり

地下水・湧水の概要

富士山の裾野に位置する三島市では、地下水が市内数か所から湧出し、それらがせせらぎとなって街を潤わしている。三島の湧水量は、昭和 30 年代（1955 年～1964 年）頃までは増水期の夏季は約 40 数万 m³/日、減水期の冬季は約 20 数万 m³/日あり、市街地や中郷地区の水田を潤していた。その後、地下水の汲み上げや道路の舗装化、宅地開発などの様々な原因によって、1962 年（昭和 37 年）以降は、地下水位が低下し、湧水量が減少していたが、市民が主導する保全活動により、今日も水の流れが街中をうるおし、初夏から秋にかけての最盛期には小浜池、菰池、白滝公園等に湧水が湧き出でる光景を見ることができる¹⁾。

「街中がせせらぎ事業」の概要

街中がせせらぎ事業は、中心市街地にある歴史、文化、水辺や緑の自然環境といった「アメニティ資源」を活用し、それをネットワーク化する回遊ルートを整備して周辺を快適な空間に造り上げ、「歩きたい街」、「住みたい街」を目指す魅力ある地域づくり事業である（写真 1）。1996 年度（平成 8 年度）に創立 50 周年事業として商工会議所が提唱した「街中がせせらぎ」ビジョンに始まり、市民の自主的な活動実績を踏まえて魅力あるスポットを点から線へ、線から面に広げて行く仕組みやシステムを構築した。市民、企業、行政がパートナーとなり、自らの手によって築き上げることで街の活性化にもつなげている。具体的には、回遊ルートの整備（舗装改良、せせらぎスポットの整備、歩道改良、沿道の緑化）、拠点個所の整備（三島駅前南口広場、桜川・御殿川・源兵衛川・宮さんの川・四ノ宮川の修景整備、三嶋曆師の館改修）、案内システムの整備などが実施されている²⁾。

保全活動

市街地にある水辺や緑の自然空間や歴史・文化資源を活用して、ネットワーク化した回遊ルートが整備されている。これによって、快適な空間を創り上げ、「歩きたい街」「住みたい街」を市民や企業、NPO が役割分担し協働で創造している。市民主導による計画策定の成果として、官民の協働が計画策定に留まらず、市民自らが行動していく活動（環境改善活動、清掃活動、イベント等）が多く見られる点に三島市の保全活動の特徴がある。この結果として、市民の憩いの場・自然学習の場としての利用に加え、イベントが多く開催されるようになり、観光客も整備前と比べて 8 倍に増加するなど、地域活性化にも貢献している³⁾。



写真 1 市内のせせらぎ³⁾

まちづくりのポイント

「街中がせせらぎ事業」は市民が提唱し市民主導で企画されたものであり、それを受けて市が調整した計画を、市民・企業・まちづくり団体・行政が役割分担しお互いに確認しあって協働で実現した。回遊ルート整備後の維持管理を住民主導で行なうことなど、官民パートナーシップによる新たなまちづくりを模索し実践されている¹⁾。

【引用・参考文献】

- 1) 三島市ウェブサイト：三島市観光情報、https://www.city.mishima.shizuoka.jp/kanko_content000191.html.
- 2) 三島市ウェブサイト：平成 17 年度国土交通大臣表彰「手づくり郷土賞」^{ふるさと}（地域整備部門）、<http://www.city.mishima.shizuoka.jp/ipn004952.html>.
- 3) 国土交通省中部地方整備局ウェブサイト：三島市街中がせせらぎ事業、https://www.cbr.mlit.go.jp/kikaku/kankou/tezukuri/pdf/h17_mishima.pdf.

キーワード：湧水、産業振興、官学民協働、維持管理

地下水・湧水の概要

安曇野市は、北アルプスから流れる豊かな地下水に恵まれ、産業だけではなく水道水として市民の暮らしにも密接に関係しており、非常に大切な地域資源となっている。安曇野扇状地における湧水の利用量は地下水利用全体の約79%で、安曇野市の地下水利用の特徴となっている。地下水及び湧水は、安曇野地域の暮らし、産業、観光と密接に係わり、欠かすことのできない重要な地域資源となっているが、近年地下水の賦存量は毎年600万m³程度減少し、近年の地下水位は低下傾向にある。安曇野市では、飲料水、養魚・農業、わさび栽培、ミネラルウォーター・精密機器の洗浄水等に地下水・湧水を利用して、特にわさび田事業は欠かすことのできない重要な事業となっている（写真1）¹⁾。



写真1 わさび田（安曇野市）

保全活動

3,000 m 前後の北アルプス山麓に広がる安曇野は、いくつもの扇の形の扇状地が重なって並ぶ、全国でも珍しい複合扇状地の地形をしている。そのため山から下ってきた川の水は、扇状地を流れるうちに一度地下に浸透し、扇状地が終わる扇端の低い場所に集まって、湧水となり、ここにわさび田が開拓されている。この地下をくぐり抜けた湧水は、1年中水温が13度前後に保たれている。これらの独特の地形と湧水の自然を利用できたことにより、安曇野は日本一のわさびの収穫量を誇っており、長野県全体では、90%以上が安曇野産となっている。安曇野ではわさびの栽培法に湧水を利用した「平地式」と呼ばれる独特の方法を用いているため、田の面積が広く取れる利点がある²⁾。

一方で、地下水利用に関する届け出や規制はなく、また地下水の保全・涵養に対する具体的な取組がなされていない現状があったことから、2010年（平成22年）7月に「安曇野市地下水保全対策研究委員会」を立ち上げ、約2年をかけて、地下水の保全対策指針及び条例の制定に向けた検討を行い、2012年（平成24年）8月に「安曇野市地下水資源強化・活用指針」（以下、指針）を制定、2013年（平成25年）3月に「安曇野市地下水の保全・涵養及び適正利用に関する条例」を制定した。わさび田を維持するための湧水の保全策として、指針では地下水資源強化策として、農地で実施する転作田湛水、雨水浸透施設拡大、親水公園整備など、地下水管理方策として地下水位、湧出量、取水量監視など、水質保全策として水質モニタリング、発生源対策、地下水涵養による水質改善、市民啓発活動などが計画された。指針を踏まえた具体的な実施方針として、2017年（平成29年）3月に「安曇野市水環境基本計画（マスタープラン）」（以下、計画）として策定した。計画では、地下水揚水量の閾値として、わさびの栽培に影響を及ぼさないように、わさび田周辺の地下水低下が1cm未満となるように設定されている。

地域づくりのポイント

- ・農家、事業者などの利用者が協働して保全活動を行っている。
- ・国の地方創生推進交付金を利用し、荒廃したわさび田の再生事業を市、農協が協力して行っている。

【引用・参考文献】

- 1) 安曇野市地下水保全対策研究委員会：安曇野市地下水資源強化・活用指針、2012.8.
- 2) 財団法人豊科文化財団、安曇野市豊科郷土博物館：ふるさと安曇野きのうきょうあした 安曇野わさび・いまむかし、2010.7.

キーワード：湧水、名水、サイダー、産業振興、官学民協働、維持管理

地下水・湧水の概要

秋田県美郷町は、秋田県の南部に位置し、東は奥羽山脈を境に岩手県に接し、西は仙北平野が広がる肥沃な土地で、水資源に恵まれ、清水と呼ばれる多数の湧水が点在する¹⁾。六郷扇状地の扇端部にあつて、町の中心市街地にある六郷湧水群は、60か所を超える清水が集中しており、1985年（昭和60年）に「環境庁の名水百選」にも選定されている。これらの清水は、古事来歴や周辺状況、写真などの情報がデータベース化され、町のHPで観光情報として公開されている²⁾。地域の住民は生活用水を地下水に頼っていて水道水源の多くを地下水で賄っている。町ではこれらの湧水の保全を行う一方で、湧水を利用した観光、食品製造・販売を積極的に行うまちづくり事業が展開されている。

地下水を利用した食料品販売事業

1999年（平成11年）7月に旧六郷町で、企業並びに事業者、趣旨に賛同する町民の方たちの協働により「六郷まちづくり株式会社」が設立された。事業は、湧水を使った代表的な商品であるサイダーの販売のほか、飲食店、資料館の経営などであった。

2019年（平成31年）1月に「六郷まちづくり株式会社」等を含む4組織が統合され、現在は「あきた美郷づくり株式会社」が同事業を引き継いでいる。六郷湧水群などの名水を生かした飲食店（写真1）や観光事業等を行っている。

主な事業等

- ・観光案内に関する業務
- ・イベントの企画、運営及び参加
- ・工芸品、民芸品、土産品、食品、清涼飲料水、酒類等の販売
- ・飲食店、喫茶店の経営及び仕出しの実施
- ・温泉施設の管理・運営事業
- ・国、地方公共団体、公共団体または民間から委託を受けた施設等の管理・運営
- ・美郷町の地域振興及び観光振興に関する一切の事業 など



写真1 名水を使用した飲食店³⁾

地域づくりのポイント

- ・町、企業、住民が協働で会社を立ち上げ、幅広い事業展開を図っている。

【引用・参考文献】

- 1) 美郷町：第2次美郷町国土利用計画、2018.3.
- 2) 美郷町：六郷湧水群トップ、<https://www.town.misato.akita.jp/yuusui/> .
- 3) ニテコ名水庵：<http://akita-misato.com/niteko/> .

キーワード：災害時利用、防災井戸、災害協力井戸、協定、維持管理

設備の概要

防災・減災に係わる地下水利用・貯留設備として防災井戸、災害協力井戸、地下貯留槽などがある。これらの設備、施設は平時利用及び災害時利用を想定して行政、住民による維持管理が必要であり、地下水との共生が必要となる。

【課題】

- ・設備の維持管理、特に飲用水の水質管理
- ・災害時の施設管理 施設の鍵の管理など
- ・ハザードマップなどへの設備場所の記載と更新

地下水を利用する災害時利用施設の例

a. 防災井戸

防災井戸は深さ 100 m～150 m 程度の深井戸が多く、非常時の生活用水や消防用水の供給を目的としている（写真 1）。飲料可能なものもあり、災害時には非常用発電機を用いて揚水する。

地方公共団体によって防災井戸の仕様、数量および設置法は異なり、たとえば台東区では深さ 100 m～178 m、給水能力 6.6 m³/時～18 m³/時の深井戸が 10 箇所に設置されている。北区では深さ～300 m、給水能力 12～94.8 m³/時の深井戸が 16 箇所に設置されている。船橋市では災害時の生活用水（一部飲用水）を確保するため、深さ 60 m～150 m まで掘り下げて自家発電装置や滅菌器を取り付けた給水能力 2～15.6 m³/時の井戸を市内 28 箇所に設置している。

最近になって、地方公共団体だけでなく企業や高層ビル、大規模マンションなどに防災施設の一部として防災井戸が設置される例が増えている。たとえば赤坂の六本木ヒルズでは地下 2 箇所に深さ 80 m の防災井戸を設け、災害時には施設および周辺住民が生活用水として使用できる。ここでは飲料水は備蓄倉庫に別に用意されているため、主に生活用水として使用するが、停電の場合は自家発電機が作動し、ろ過装置もあるため飲料水としての使用も可能となっている。



写真 1 防災井戸の例（荒川区）

b. 災害協力井戸

市民や企業が所有する井戸を事前に地方公共団体に登録し、災害時に水道施設が復旧するまでの間周辺住民に開放して生活用水を確保する。登録時には保健所等による水質検査が義務付けられているが、

災害時には井戸水の水質に変化が生じる可能性があるため、飲用ではなく生活用水としての利用を前提としている

（写真 2）。登録井戸情報は地方公共団体の Web サイト、広報等で公開され、登録、指定された井戸は所有者の建物の門・扉・塀など近隣から見える場所に「災害協力井戸」の標章が貼られているが、井戸の利用や情報公開は名古屋市のように非常時のみに限られている地方公共団体もある。

災害協力井戸の場所や分布状況は地方公共団体のハザードマップや Web サイトなどに表示されている場合もあり、たとえば京都市では井戸の所有者別に色分け区分して地図上に表示し、Web サイトに公開している（図 1）。



写真 2 災害時協力井戸の例（鈴鹿市）¹⁾

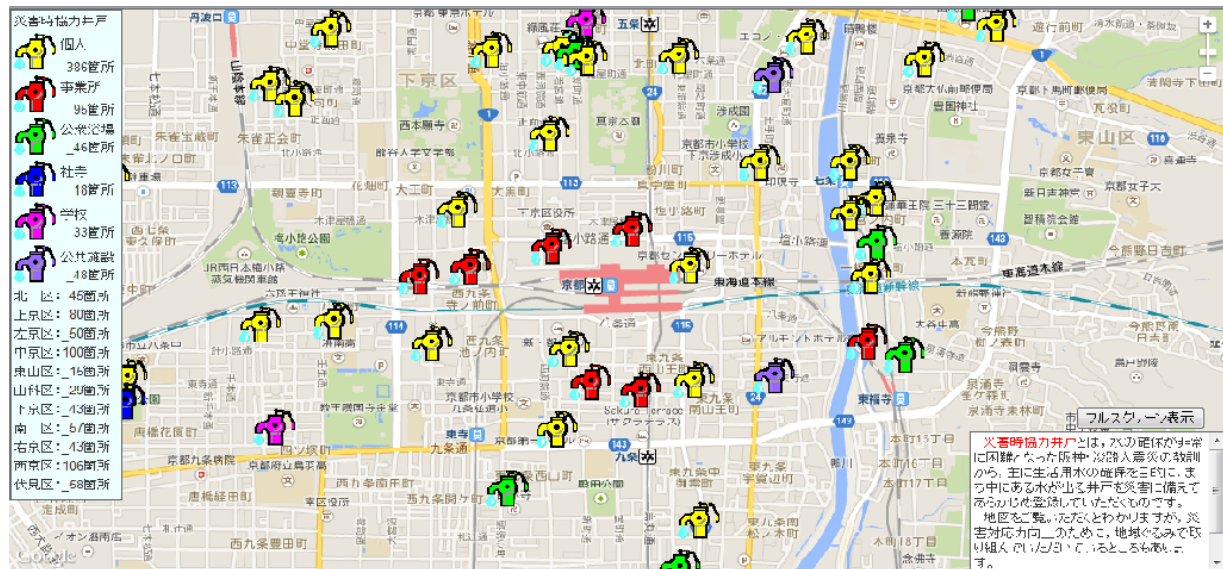


図1 災害協力井戸マップの例（京都市）²⁾

c. 地下貯留槽

種類としては、個人や企業が雨水を溜めて地下に貯留するプラスチック製の小規模なものや地方公共団体が公園の地下などに設置する防災用地下貯留槽がある。前者は雨水枳と同様な扱いで、補助金を設定して普及を図っている地方公共団体もある。後者は地下水を利用するものもあるが、通常は上水を入れ替えて貯留する。

武蔵野市では、2006年度（平成18年度）から下水道管への負担を軽減するため、大雨の際に敷地内に降った雨水を貯留し地下に浸透させる雨水貯留浸透施設を市内の小・中学校16校の校庭に設置している（写真3）。この施設は、地下水の涵養や河川や海の水質保全など「水の循環システム」の改善効果も期待できる³⁾。



写真3 雨水貯留浸透施設（武蔵野市）⁴⁾

【引用・参考文献】

- 1) 鈴鹿市公式 Web サイト：防災情報、<http://www.city.suzuka.lg.jp/bousai/news/files/0063.html> .
- 2) 京都市情報館：京都市内の災害時協力井戸マップ、<https://www.city.kyoto.lg.jp/gyozai/page/0000116289.html> .
- 3) 武蔵野市公式 Web サイト：暮らしのガイド、下水道、http://www.city.musashino.lg.jp/kurashi_guide/sumai_doro_suido/gesuido/1005730.html .

1 1. 教育と地域学習

キーワード：湧水、地域学習、水質保全、イバラトミヨ、絶滅危惧種

地下水・湧水の概要

秋田県美郷町が位置する六郷扇状地の扇端部には、大小あわせて 60 か所を超える湧水があり、1985 年（昭和 60 年）には「環境庁の名水百選」に選定されている。地域の住民は生活用水を地下水に頼っているが、地下水位の低下や湧水の枯渇など、地下水環境の悪化が見られた。その原因は、大きく分けて 2 つの要素がある。1 つは、積雪、道路及び農業用水路のコンクリート化、水田から畑地への転作、新興住宅地の建設などによる降水の浸透面積の減少である。もう 1 つは、冬期間の道路融雪への地下水利用である。この 2 つの要素が、近年になって増加したことで、地下水の環境が悪化し、水辺や生態系の保全対策が進められている。

水質・生態系保全のための地域学習

湧水である清水には、イバラトミヨ（通称、ハリザッコ）が生息する（写真 1）。氷河時代の生き残りと言われるイバラトミヨは、水温が年間を通して 15°C 前後のきれいな湧き水のある場所に生息する。特に、仙北、平鹿、雄勝地方の湧水地帯にしか生存しない「イバラトミヨ雄物型」は、学術的にも貴重な淡水魚として知られている。

町内の「星山清水」には、1969 年（昭和 44 年）まで千屋小学校本堂分校（現千畑小学校）があった。現在も学校の清水として子どもたちや地域住民に親しまれている、この清水にも絶滅危惧種のイバラトミヨが生息している¹⁾。

六郷中学校科学部（現美郷中学校総合科学部）では、イバラトミヨを「清水の健全度をはかるバロメーター」と考え、1999 年（平成 11 年）から町内の各清水やそれに接続する水路でのイバラトミヨの生息調査、稚魚の清水への放流やその追跡調査、さらには、イバラトミヨの生息に適した清水の水質調査などが行われていて、生態系の保全にも役立っている²⁾。



写真 1 イバラトミヨの飼育

持続的な方策のポイント

- ・淡水魚の飼育を通じて湧水の水質保全及び生態系の保全を図っている。
- ・学校の子供たち、地域住民の協働により、方策の次世代への継承が可能になる。

【引用・参考文献】

- 1) 美郷町観光協会ウェブサイト：<http://akita-misato.com/> .
- 2) 国土交通省ウェブサイト：水の郷百選 秋田県美郷町六郷、
<https://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/mizusato/shichoson/tohoku/misato.htm> .

キーワード：節水活動、地域学習、水検定、^{みずもり}水守制度

地下水・湧水利用の現状

熊本市では人口約 74 万人の水道水源を全て地下水で賄っている。熊本地域は 1 年間の約 20 億 m³/年の降水のうち、1/3 にあたる約 6 億 4 千万 m³/年が地下水になると推定され、白川中流域の水田地帯などで水田からの涵養が大きいことが特徴である。

しかし、都市圏の拡大や産業経済の発展に伴い、地下水涵養量の減少により、熊本地域の地下水位は低下傾向を示している。そのため、熊本市では地下水保全対策を県、市町村、市民と協働で活動を行っている。そのうち熊本市民総参加の節水活動が行われており、市民 1 人 1 日あたりの生活使用量の目標値を掲げている。また地域や学校向けに地下水や節水の普及啓発を行うことで地下水保全意識の高揚を図っており、生活用の水使用量は減少傾向にある（図 1）^{1,2)}。

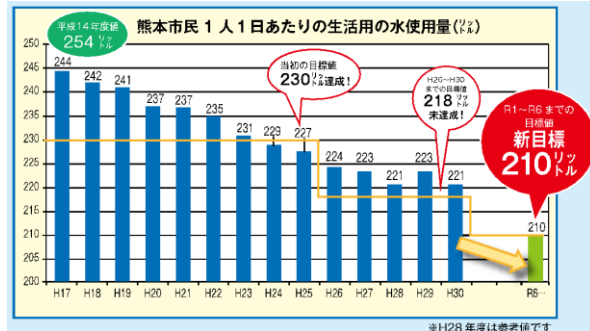


図 1 熊本市民 1 人/日の生活用水使用量²⁾

地下水保全のための啓発と地域学習

①啓発活動

- ・地域や学校・企業を対象とした「ふれあい出前講座」、小学校向けの「節水チャレンジ小学校」として学習会の実施やウェブサイト³⁾を通じて、節水についての啓発に取り組んでいる（写真 1）。
- ・節水運動を推進する市民組織「わくわく節水倶楽部」を組織し、節水の実践や呼びかけを行っている。
- ・熊本市管工事協同組合青年部の協力のもと、学校の蛇口に「節水コマ」を取り付けている。
- ・全国初の「水」に関するご当地検定として「水」検定を実施し、水に関する課題や水文化などの知識の普及啓発を行っている。

②教育・地域学習

- ・熊本の水や水文化を守り、魅力を発信する人材を「くまもと水守」として登録し活動している。
- ・熊本市の水の風土と文化を後世に伝えるため、有形または無形の資源を「熊本水遺産」として登録している。



写真 1 小学校での節水学習会²⁾



図 2 水検定公式テキストブック²⁾

持続的な方策のポイント

- ・水神信仰、豊富な湧水など、古くから水文化を大切にする風土があり水環境を共有しやすい。
- ・夏期は生活用水使用量を毎日公表するなど、きめ細かな取組を行っている。
- ・水検定は小中学校生を中心にこれまで約 60,000 人が受験している（図 2）。
- ・水環境保全のために「水保全課」を置いている。

【引用・参考文献】

- 1) 熊本市：第 3 次熊本市地下水保全プラン、2020.3.
- 2) 熊本市水保全課：世界に誇る地下水都市熊本、2020.3.
- 3) 熊本市水保全課ウェブサイト：くまもとの水についてかんがえよう、http://www.kumamoto-kmm.ed.jp/kyozai_bukai/mizu/.

キーワード：人材育成、SDGs、教育、研究活動

経緯と概要

大野市は、湧水が豊富な地域である。陸封型イトヨが生息する世界的南限である「本願清水」が国の天然記念物の地域指定を受けており、その水脈を城下町に引き込む町割りも現在も残っており、名水百選の「御清水」に代表される湧水地がいたる所に存在する¹⁾。

かつては湧水の枯渇にも直面したが、地下水対策審議会の設置や地下水保全条例の制定といった地下水保全のための基盤を構築し、地下水保全活動の実施や地下水保全基金の設置等により、枯渇という危機を乗り越えた¹⁾。

こういった、これまで培ってきた水に関する知見や研究成果を大学などの研究機関に活用してもらうため、その情報をインターネット上で公開する等、国内だけでなく、全世界に共有することで、将来を担う子どもたちが水について学び、世界の水について考える機会を提供している。これが「水のがっこう」という取組である。「水の本」の作成や全国の学校へ出前授業の実施等、様々な手法で水に関する知見等をシェアしている(図1)。

また、世界の共通目標であるSDGsに基づき、ゴール12(つくる責任 つかう責任)、ターゲット12.8(2030年までに、人々があらゆる場所において、持続可能な開発及び自然と調和したライフスタイルに関する情報と意識を持つようになる)に則り、国際的な視野で水問題に関する人材育成にも取り組んでいる¹⁾。



図1 「水の本」の一例²⁾

「水のがっこう」の取組事例

【「水の本」の作成・活用】¹⁾

日本ユニセフ協会を通じて、約40,000部を2018年(平成30年)秋に全国の小学校・中学校・高校等に配布したところ、1,000冊を超える追加配布要望と講義依頼が殺到した。

【全国の学校へ出前授業の実施】²⁾

授業は「水の本」の内容に沿って進められ、世界では家に水道が無い家が多くあることや、毎日800人以上の子どもが水に恵まれず命を落としている現状が紹介されている。

【水の図書館】

これまでの地下水保全の知見や1969年(昭和44年)から蓄積したデータ、論文等をデジタルアーカイブ化し、Web上で公開している(図2)。



図2 「水の図書館」のトップページ²⁾

人材育成のポイント

- ・かつて湧水が枯渇するといった危機を乗り越えて、現在の豊富な湧水に恵まれている。
- ・これまで培った知見等を基に、様々な媒体・手法にて、水に関する知見や研究成果を国内外へと発信している。
- ・これにより、国内だけでなく、世界の水問題に取り組む人材の育成に貢献している。

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：「未来へつなぐまちづくり」の実現に向けて、
<https://www.city.ono.fukui.jp/shisei/seisaku-keikaku/yuinokunisdgs.html> .
- 2) 大野市：水への恩返し Carrying Water Project 公式サイト、<http://www.carrying-water-project.jp/> .

キーワード：水循環計画、地域学習、水護り制度、水文化

環境教育・学習の概要

八王子市水循環計画¹⁾の中で、健全な水循環系再生のための行動推進方針のひとつとして、「水を上手に使う」が挙げられ、「川や湧水地など身近な水辺に親しむ取組や水資源の有効利用に取り組み、水文化を継承しながら、水資源を大切にすることを環境教育・学習の目標としている。

【期待される効果】

- ・環境保全を理解し行動する人や地域をつくり、持続可能な社会を構築する。
- ・水辺を身近に感じることで、水資源を大切にすることを育み、ふる里意識を醸成する。
- ・水に関わる文化や歴史を学び継承し、八王子への愛着や水資源を大切にすることを育てる。
- ・雨水利用などによる節水は環境に配慮した行動で、水資源の安定確保や温暖化対策につながる。

水環境保全のための活動と地域学習

①環境学習拠点づくり

- ・浅川水辺の楽校や河川の水辺空間整備など地域の水資源を活かした学習拠点作りが行われている。
- ・市街地周辺の8つの湧水を拠点とし、点在する景観や史跡などの資源をつないだ「湧水めぐりの道」を設定して、散策イベントなどを実施している。

②地域・流域連携の推進

- ・地域の美化活動や水辺の利用環境の向上、調査・学習など、水辺で活動する市民、事業者を支援する「水辺の水護り（みまも）り制度」により、水辺の保全活動の促進を図り、人的ネットワークを構築する（図1）。
- ・浅川流域を共有する日野市と共同で進める良好な流域の水辺環境創出と、心豊かな流域のまちづくりの取組を進める。

③水辺の環境教育や環境学習の推進

- ・小学校では、教員に「環境教育プログラムガイドブック」を配布してプログラムを紹介している。また、環境学習室の拠点として「エコひろば」を設置し、総合的な学習である環境学習リーダーや環境診断士などを紹介している。
- ・「浅川ガサガサ探検隊」（写真1）を実施し、楽しみながら環境を大切にすることを、他人との触れ合いの中で主体的に行動する方法等を学ぶ活動を行っている。
- ・河川を活用した体験学習が国土交通省の水辺の楽校に指定され、親水施設としての階段整備などが行われた。今後は、水辺の楽校を核として、環境市民会議の活動などと連携し、全市的な水辺の環境教育、環境学習を展開させる。

④河川や湧水の水文化の発掘と継承

- ・かつて八王子の産業を支えた撚糸業の動力としての水車を回した水路などは、後世に引き継がなければならない財産であり、八王子市の水文化について情報を収集し、発信する。

持続的な方策のポイント

- ・市は小学校の地域と連携した環境教育を支援する。
- ・市民・事業者・行政などあらゆる主体が自発的な環境保全活動を行う。

【引用・参考文献】

1) 八王子市：八王子市水循環計画、2020.3.



図1 水辺の水護り制度のイメージ¹⁾



写真1 ガサガサ探検隊¹⁾

キーワード：人材育成、地下水守り人、人づくり、地下水指針、SDGs

経緯と概要

富山県は、急峻な山々に源を発する清流が大小 300 余りの河川となって扇状地を潤し、環境省の「名水百選」に地下水・湧水関係の全国最多となる 8 件が選定されるなど、地下水に恵まれた地域である¹⁾。

こうした豊かで清らかな地下水を将来にわたって確保することを目標に、1992 年（平成 4 年）5 月に県内平野部全域を対象とする「地下水指針」を全国に先駆けて策定し、2018 年（平成 30 年）3 月には、第 4 次となる地下水指針を改定した。本指針策定に至るこれまでの経緯は、次のとおりである¹⁾。

- 1976 年（昭和 51 年）3 月 「富山県地下水の採取に関する条例」制定
- 1992 年（平成 4 年）5 月 「地下水指針」策定
- 1998 年（平成 10 年）3 月 「富山県環境基本計画」策定
- 1999 年（平成 11 年）3 月 「地下水指針」第 2 次改定
- 2006 年（平成 18 年）3 月 「地下水指針」第 3 次改定
- 2012 年（平成 24 年） 「地下水の守り人」による地下水保全活動の開始
- 2012 年（平成 24 年）3 月 「富山県環境基本計画」改定
- 2018 年（平成 30 年）3 月 「地下水指針」第 4 次改定（図 1）

地下水指針の第 3 次改定時には、地下水保全に加え、地下水かん養などの「地下水の創水」を新たに盛り込み「地下水の守り人」による地下水保全活動や次世代への地下水保全における継承に向けた人づくりを推進している¹⁾。



図 1 地下水指針¹⁾

人材育成に関する取組

【「地下水の守り人」】¹⁾

富山県と公益財団法人とやま環境財団では、2012 年度（平成 24 年度）から、地域において地下水保全活動を担う「地下水の守り人」（以下、「守り人」と略）を養成・登録し、技術研修・交流会の開催や、消雪設備の具体的な節水対策などの現地研修や情報交換などを行い、活動を支援している。守り人は、消雪設備の節水の実践や名水・湧水の保全活動など富山県の各地で活躍しており、県民主体の地下水保全活動が推進されている（写真 1）。

【次世代への地下水保全意識の継承に向けた人づくり】¹⁾

水源涵養機能を有する森林の保全・整備を通じて、水の循環を学ぶ取組が実施され、県内企業の協力のもと、森づくり活動の学習・体験会が開催されている。この学習・体験会で子どもたちは、地下水の守り人から森の働きと地下水の大切さを学ぶとともに、間伐や枝打ちなどの体験・見学を通じて、森が「緑のダム」と言われる理由を学び、森から平野を経て海まで地下水が流れ、健全な水循環が形成される過程への理解を深めている。



写真 1 地下水の守り人による散水ノズルの点検²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 富山県：富山県地下水指針、2018.3.
- 2) 公益財団法人とやま環境財団：地下水の守り人、<http://www.tkz.or.jp/chikasui/chikasui.html>.

1 2. 地域循環共生圏の創造

キーワード：湧水、地下水涵養、地域活性化

概要

松本盆地の中央部に位置する長野県安曇野市では、古くから豊かな地下水・湧水を利用してきた。松本盆地は、犀川上流域に位置し、地下には水量・水質ともに日本有数の地下水が貯えられている（琵琶湖の約7割）。地下水や湧水は、地域の飲料水（2015年度（平成27年度）から上水道は100%地下水でまかなわれている。）、養魚・農業・わさび栽培、ミネラルウォーター・精密機器の洗浄水などに多様な用途に利用されている。地下水は地域の活動に欠かせないものとなっている。安曇野市にとって、地下水・湧水は、単なる飲用水に留まらず、貴重な地域資源である。地域資源を健全な状態で維持し、将来にわたって安定的に利用することは、地域活動を持続的に行う上で重要となっている。

さらに、「安曇野わさび田湧水群」は、環境省の「名水百選選抜総選挙」（平成27年3月）において4部門中2部門で日本一を獲得するなど、地下水は、豊かな自然生態系・風土・文化を育み、北アルプスの雄大な山並みと清らかな水の流れが織りなす風景は、魅力的な環境資源の役割も果たしている。このように、地下水は安曇野の暮らし、産業、観光と密接に係わり、欠かすことのできない重要な資源となっている。

地下水涵養（麦後湛水）検証事業

安曇野市では、2012年度（平成24年度）から、麦後湛水検証事業¹⁾に取り組んでいる。転作田の連作障害や抑草効果といった水田機能の維持、地力増進を促進する取組の一環で、副次的効果として、水田からの人工涵養を期待した取組である（図1）。この検証事業には、5年間で延べ82人の農家や集落営農組合などが参加し、取組農家数と面積は毎年増加し、2016年度（平成28年度）の試算では、97.0万m³（約59ha（383ほ場））が地下に涵養された。

また、アンケート調査では、参加農家の約7割が、事業（補助金制度）がなくなっても自主的に取り組むと回答し、実際に回答者の約8割が、営農メリットがあると答えた。具体的な効果として連作障害や抑草効果による収量の増加などが報告され、地下水涵養保全策としても効果を上げた。2017年度からは、事業を継続するとともに、同様の趣旨の事業として、転作田湛水事業を開始し、麦以外の転作田を対象に湛水事業を拡大している。

麦後湛水の3つの効果

連作障害対策効果

抑草効果

地下水資源涵養効果

図1 麦後湛水の3つの効果¹⁾

地域ブランドとして

安曇野市の地下水は、「安曇野わさび田湧水群」（写真1）と呼ばれ、観光資源としても高い価値を持っている。2015年（平成27年）に「名水百選」30周年を記念して行われた「名水百選選抜総選挙」（平成27年3月）²⁾において、「安曇野わさび田湧水群」は、観光地と景観の2部門で第1位を獲得した。安曇野市の観光客数は、近年増加傾向にあり、その中でも、「安曇野わさび田湧水群」への観光客数は、全体の約3割を占め、市の重要な観光資源としての役割も果たしている。



写真1 安曇野わさび田湧水群²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 安曇野市：安曇野市水環境基本計画（マスタープラン）～水は、次世代からの預かりもの～、2017.3.
- 2) 環境：～名水百選30周年記念～「名水百選」選抜総選挙、<https://www.env.go.jp/press/102289.html> .

キーワード：震災復興、研究プロジェクト

概要

2016年(平成28年)4月14日に発生した熊本地震により激甚な被害を受けた熊本県では、創造的な復興を目指した取組が行われている。環境省、熊本県、東海大学の三者は、互いに連携、協力し、震災に見舞われた阿蘇地域の創造的復興に向けて、阿蘇山から有明海に至る森里川海のつながりをこれまで以上に強く意識した豊かな地域循環共生圏の構築するため、「阿蘇地域の創造的復興に向けた地域循環共生圏の構築に関する協定」を締結した。阿蘇地域・熊本地域は、国内でも有数の地下水利用地域であり、地下水は、上水道、農業、工業に利用されている。災害は、人命や財産に直接的な影響を与えるだけでなく、地下水にも影響する。熊本地震では、水の名所として有名な「水前寺成趣園」(熊本市中央区)の湧水が一時的に枯渇し、池の大部分が干上がるなどした(写真1,2)。災害に対する地域のレジリエンスの向上は、農業分野、環境分野においても重要であり、大学等と連携した取組が行われている。



写真1 水前寺成趣園 (4/20撮影) 1)



写真2 水前寺成趣園 (5/12撮影) 1)

協定の概要

協定では、阿蘇地域の創造的な復興に向けた地域循環共生圏の構築に関する調査、研究、教育活動や地域創生活動を実施していくため、地域の様々な関係者と協力を図り、「研究プロジェクト」および「地域創生プロジェクト」に相互に連携して取り組むとしている。研究プロジェクト²⁾を立ち上げた。

研究プロジェクトの目標は、下記3つを統合し阿蘇における地域循環共生圏の構築と創造的復興の統合提案を行うものであり、表1に示すテーマをもとに、研究全体の目標を挙げた取組が行われている。

- ・自然災害と生態系の構造、生態系サービス(主に水循環と防災・減災)との関係に基づいた創造的復興手法を開発する。
- ・熊本地震において大きな変動を受けた地下水の動的変動メカニズムの解明と今後の回復の見込み、地下水の変動が農業に与える影響について明らかにする。
- ・地域の自然資本と社会関係資本を再評価し、その資本を維持・活用することによって地域のレジリエンスを高める「地域循環共生圏」の構築手法を開発する。

表1 研究プロジェクトのテーマ

テーマ	サブテーマ
(1) 自然災害と生態系サービスの関係性に基づいた創造的復興に関する研究	① 地域循環共生圏の確立と創造的復興の総合化 ② 自然災害と生態系サービスの関係性からみた創造的復興の提案 ③ 災害による文化的サービスの変容とマネジメント手法
(2) 熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究	① 阿蘇カルデラを含む阿蘇・熊本地域における地下水を中心とした水循環モデルの構築と熊本地震による影響の把握 ② 地震による阿蘇草原等の土地利用の変化が水循環に及ぼす影響の評価 ③ 水循環の変化が農業に及ぼす影響の評価
(3) 自然資本と社会関係資本に着目した地域循環共生圏の重層性構築に関する研究	① 阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築 ② 集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案 ③ 地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示

【引用・参考文献】

- 1) 宮本義隆：熊本の地下水と地震の影響、地質と調査 2017 第3号、2017。
- 2) 環境研究総合推進費：SII-5、阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築と創造的復興に関する研究。

キーワード：湧水、名水、地域活性化

概要

秦野市は、神奈川県西部に位置し、丹沢山地から発する河川によってできた扇状地地形の盆地である。市内には多数の湧水群を有し、修行に訪れた僧たちが水で身を清めたと伝えられる「護摩屋敷の水」や、弘法大師との故事に由来する「弘法の清水」（写真1）等で知られる。1985年（昭和60年）には、環境省の名水百選に秦野盆地湧水群として認定を受けた。古くから地下水に恵まれており、地下水は1890年（明治23年）に給水を開始した近代水道の水源として使用され、水道水の約70%を地下水で賄っている。秦野市では、市民共有の財産である地下水を守り育て、将来にわたって活用していく施策を着実に推進しつつ、地下水を将来に引き継いでいくために、名水の魅力を伝える取組を行っている。



写真1 弘法の清水

秦野名水の保全と利活用

秦野盆地の地下水盆（約27km²）に存在する利用可能な地下水は、2021年度（令和3年度）改定の秦野市地下水総合保全管理計画¹⁾によると約7億5千万m³であると推定されている。

秦野市では、この豊富な地下水を保全しつつ、効果的に利活用するため、秦野名水の利活用指針²⁾を定めている。利活用指針の中で、利活用の優先度の評価方法として、用途・使用量、水質（汚染リスク）、秦野名水の普及効果等の評価軸の3つの評価軸をもとに、これらを総合的に評価し、施策の優先度を定めている（図1）。

優先度が高い～中に位置する利活用として、「市民に広く秦野名水の恩恵があるもの」、「秦野名水の収支へ影響を与えないもの」、「秦野名水を汚染するおそれがないもの」、「秦野名水の名声やイメージを広めるもの」を積極的に推進する方針としている。また、利活用指針では、秦野市域に存在する地下水を水源とする水のすべてを「秦野名水」と定義し、ロゴマークを作成して、秦野名水のPRにも努めている（図2）。

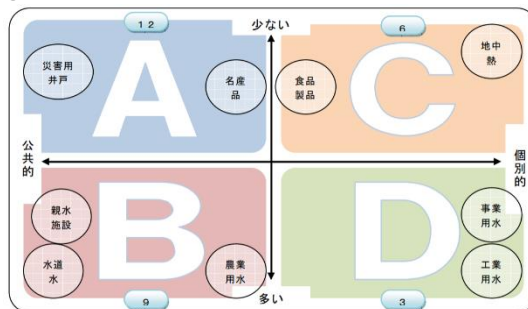
名水ブランドとしての活用

秦野名水は、「名水百選」30周年を記念して行われた「名水百選選抜総選挙」（平成28年3月）³⁾において、おいしさが素晴らしい名水部門で一位を獲得した。秦野の水は、「おいしい秦野の水—丹沢の雫—」として、市内でのペットボトルの販売のほか、インターネットでの販売も実施している。また、秦野名水が湧き出す秦野湧水群を使った観光PR活動等も行っている。

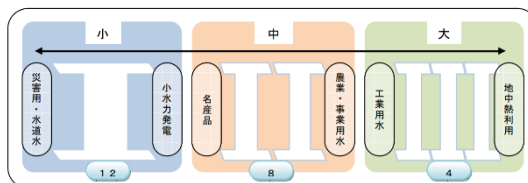
【引用・参考文献】

- 1) 秦野市地下水総合保全管理計画、秦野市、2021.
- 2) 秦野名水の利活用指針、秦野市、2014.
- 3) ～名水百選30周年記念～「名水百選」選抜総選挙、
<https://www.env.go.jp/press/102289.html> .

① 用途・使用量の評価軸



② 水質（汚染リスク）の評価軸



③ 秦野名水の普及効果の評価軸

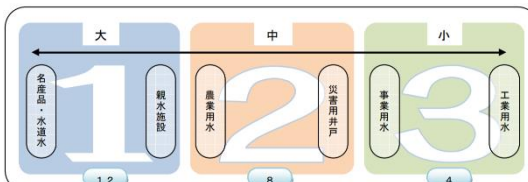


図1 秦野名水の利活用の評価軸と評価点²⁾



図2 「秦野名水」ロゴマーク

キーワード：水循環、保全計画、湧水、名水

概要

岡崎市は、2006年（平成18年）1月1日に旧額田町と合併し乙川の上流域と下流域が岡崎市に含まれることとなった。旧岡崎市では、戦後の高度成長期を通じて都市への人口や産業が集中することによって水質汚濁、河川流量の減少、湧水、親水性の低下などの水環境に関する問題が生じている一方で、上流域に位置する旧額田町は豊かな緑と水を擁し、これを基幹産業とする林業や農業が栄えてきたが、就業者数の減少や高齢化によって山林の荒廃や耕作放棄地の増加が起こり、環境の悪化や保水力の低下などが課題となっている。

乙川流域は岡崎市内の水道水源の約50%を担っており、岡崎市では合併を機に水環境創造プランを策定し、行政・市民、有識者などで意見を出し合い、上流域から下流域まで、環境・治水・利水の面から総合的にみて、将来の望ましい水環境のあり方に関する取組を進めている。

岡崎市水環境創造プラン（岡崎市水循環総合計画）

岡崎市水環境創造プラン（岡崎市水循環総合計画）では、「水量」、「水質」、「災害（洪水・湧水）」、「水辺環境」、「水との関わり」に関連した5つの基本方針を定めている。岡崎市では、水源涵養機能の向上、湧水等の保全などの水量保全する施策から、文化活動の活性化、市民の自主的な活動の促進や、新たな観光資源の創造などの水文化の創造といった社会活動に至るまで、水に係わる事項の全てを対象とした横断的な連携のもと、将来のあるべき姿とその実現に向けた取組を進めている（図1）。

また、計画目標達成のため施策の進捗管理として、市民・企業・行政の協働により、モニタリングおよび情報の共有を図り、『岡崎市水を守り育む条例』に規定されている「水循環推進協議会」を設立・開催し、岡崎市水環境創造プラン（岡崎市水循環総合計画）の進捗状況について毎年確認を行っており、各種対策の進捗状況は年次報告書として取りまとめている¹⁾。

2017年（平成29年）2月には、水循環推進協議会の答申を受け、基本方針の一つである水量に関する取組をより一層推進していく予定とし、特に森林における公益的機能の観点からの啓発や森林整備に関する取組を強化していくとしている²⁾。



図1 岡崎市水環境創造プラン¹⁾

ホタルの里湧水群

鳥川地区は、小高い山々に囲まれた山間の集落であり、山にしみ込んだ水が区内各所で湧き出している。湧水群の一つ「延命水」は、市内外から水を取りに来る人が多く、天然のゲンジホタルが生息している貴重なホタル観賞スポットとして知られている^{とっかわ}。鳥川ホタルの里湧水群は、2015年（平成27年）に「名水百選」30周年を記念して行われた「名水百選選抜総選挙」（平成27年3月）³⁾において、秘境の地の名水部門で一位を獲得した。また、廃校となった小学校を再利用して「ホタル学校」などの学びの場や山歩きイベントなども行われている⁴⁾。森林整備などの水源保全に係る取組は、このような環境資源を守ることもつながっている。

【引用・参考文献】

- 1) 岡崎市：岡崎市水環境創造プラン、2008。
- 2) 岡崎市水循環推進協議会：水環境創造プランの基本方針に基づく水量に関する重点施策について、2017。
- 3) 環境省：～名水百選30周年記念～「名水百選」選抜総選挙、<https://www.env.go.jp/press/102289.html>。
- 4) 岡崎市公式観光サイト：<https://okazaki-kanko.jp/mizutomidori/hotarunosato>。

1 3 . 環境技術・手法の開発

キーワード：消融雪パイプ、節水対策、積雪地域

概要

積雪地域では、幹線道路などの公共交通機関で地下水を揚水し消雪用に利用している（写真1）。また、多くの家庭でも消雪井戸を設けるなど、建物の屋根や駐車場などの消雪にも地下水が用いられている。冬期の道路交通の確保や雪処理の手段として、日常生活の利便性や生活環境の改善に大きく役立てられている。一方で、特に冬期に地下水位低下が著しく、これに伴う地層の収縮により、豪雪年に地盤沈下が進行しやすい。これらの地域では、地盤沈下対策として、節水により地下水の利用を低減し、地下水位の低下を抑えながら、効果的に消雪を行えるように、節水機器の設置の推進や集中管理システムが活用されている。



写真1 散水消雪施設

節水対策

(1) 節水機器の設置の推進

新潟県南魚沼市では、消雪用井戸降雪検知器等の設置を推進している。消雪パイプの運転をこまめに切り替え、スイッチを切るとは、地下水の節水になるとともに節電や二酸化炭素削減にも大きく貢献することになる。近年は、間欠運転機能やインバータ機能付きの降雪検知器の導入に補助金を出すなど、消雪井戸の稼働時間を減らす取組が行われている（図1）。

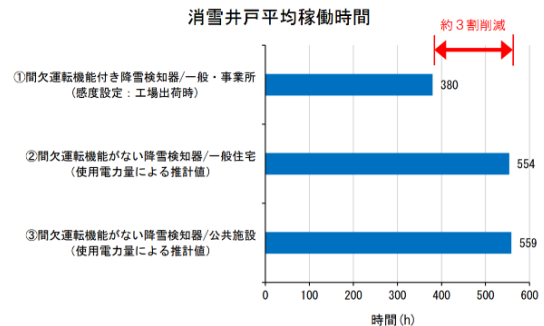


図1 間欠運転機能付き降雪検知器の効果 南魚沼市より提供

(2) 集中管理システムの導入

新潟県上越市では、消融雪利用の節水対策として集中管理システムを導入している（図2）。集中管理システムは、地下水消雪パイプ・加温式消雪パイプ・流雪溝ポンプについて遠隔地から監視・制御を行うシステムである。1997年（平成9年）～2012年（平成24年）までは、有線回線を利用して市役所のサーバーから遠隔監視や遠隔操作を行っていたが、2013年（平成25年）に携帯電話網を利用したWeb対応型の集中管理システムへ更新した（図3）。新システムでは、多数決判定によるブロック制御機能や間欠運転による節水機能も付加されている。地下水消雪パイプと加温消雪パイプは、現地自動制御や遠隔地からの強制運転・停止を行うこともできるが、中央サーバーでブロック制御（登録ブロック内の連動・多数決判定）を行うことによって、より効率的な運用が図られている。

○集中管理システムの主な機能

- ・遠隔監視（運転、降雪、故障、低水位、気温等）、遠隔操作（運転/停止）、ブロック制御（降雪検知数による多数決判定）、節水モード（外気温に応じた間欠運転）、Web配信（ブラウザ閲覧）

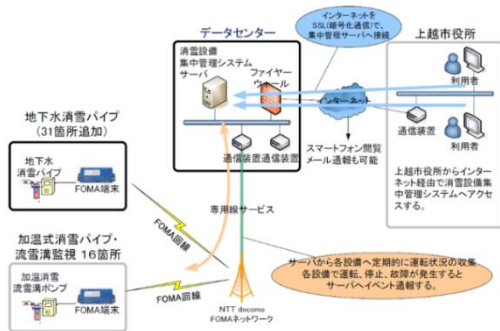


図2 集中管理システム概要図¹⁾

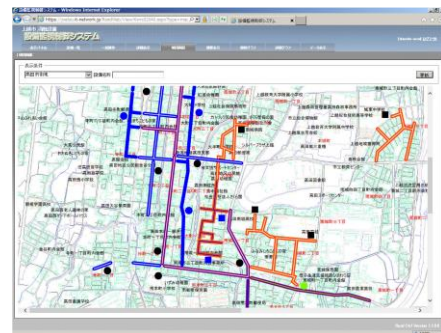


図3 WEBシステムの画面表示（地図形式）¹⁾

【引用・参考文献】

1) 大川滋：集中管理システムを用いた消融雪施設の一元管理、ゆきみらい研究発表会論文集、2015。

キーワード：地盤沈下、人工衛星、合成開口レーダ（SAR）

概要

地盤沈下は、発生すると元に戻らない不可逆的な現象であるとともに、一旦発生すると直ちに止めることが難しい。近年、関係機関の多大な努力のもとに広域地盤沈下は、沈静化に向かいつつあるが、未だ完全な収束には至っていない状況にある。地盤沈下の早期発見のためには、今後も継続的な監視が必要であり、国及び地方公共団体により水準測量による監視が行われている。

一方で、従来の水準測量を用いた地盤沈下の監視は測量に多くの費用や人員が必要となり、水準測量による地盤沈下の監視が困難な状況になりつつある。人工衛星データの活用は地盤沈下の監視体制を維持向上し、効率的、且つ効果的な地盤沈下の観測技術の一つとして期待されている技術である。

衛星データによる地盤沈下監視の仕組みと特徴

人工衛星（合成開口レーダを搭載したものを SAR 衛星^{※1}と呼ぶ。）から地表に向かって発信した電波は、常に一定の波長で進む。時期を変えて、同じ位置から電波を発信した場合、地表面の変位に応じた差が生じる（図 1）。衛星監視システムでは、2 回の電波の位相差を読み取ることにより、地表の変位量を把握する。GPS と異なり、地上観測点が不要であるため高い空間分解能があり、人工衛星データを用いた地盤沈下の監視は、既存の水準点が無い範囲も含めた面的な地盤沈下量が得られるメリットがある。また、水準測量と組み合わせて使用することで、より効果的な活用が可能となる。なお、精度の検証の面においても水準測量のデータは必要となる。

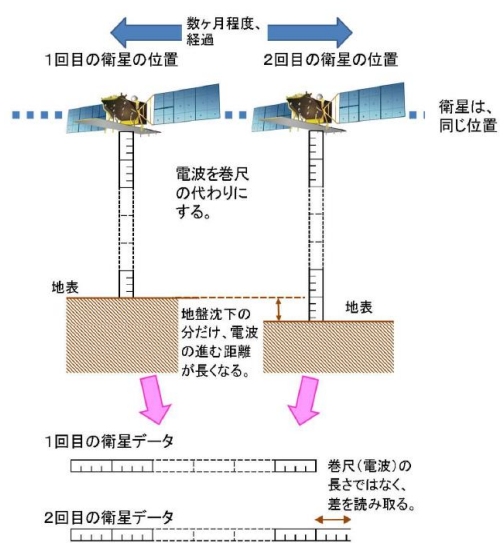


図 1 SAR 衛星による地盤沈下監視の原理

人工衛星データによる地盤沈下監視事例

人工衛星データによる地盤沈下の監視は、調査計画の策定、調査・解析、データの蓄積・管理の 3 段階で行われる。また、解析は干渉 SAR 解析 ⇒ スタッキング解析 ⇒ 2.5 次元解析の順に行われる。ここでは、ALOS2 を使用した九十九里浜での 2.5 次元解析結果を示した。

図 2 は、水準測量と人工衛星データの解析結果による地盤沈下量分布図を比較したものである。両者の分布は良く整合したものとなっている。また、水準測量との精度比較においても、決定係数 $R^2 \approx 0.9$ 、標準偏差 = 0.165 cm、最大較差 = 0.76 cm であり、良好な結果が得られている。

【注釈】

※1 2014 年に宇宙航空研究開発機構（JAXA）によって、フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ PALSAR-2 により地表を観測する ALOS-2 が打ち上げられた。ALOS-2 の後継機である ALOS-4 が 2022 年度に打ち上げ予定である。

【引用・参考文献】

1) 環境省：地盤沈下観測等における衛星活用マニュアル、2018。

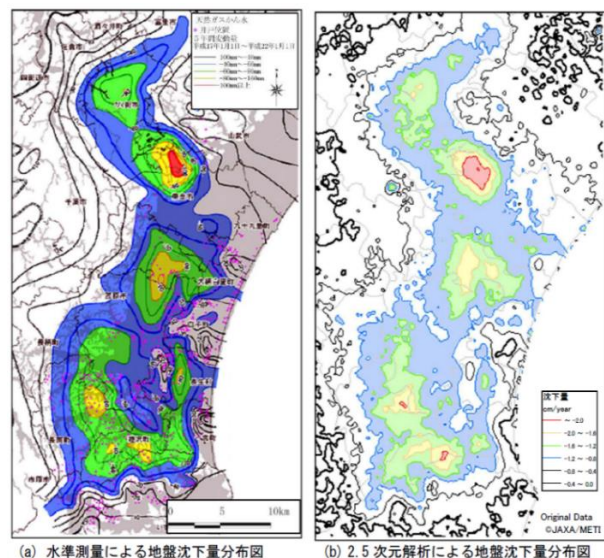


図 2 九十九里平野における水準測量による地盤沈下量分布図と ALOS による地盤沈下量分布図の比較¹⁾

(水準測量は千葉県環境審議会水環境部会資料より)

キーワード：非常時地下水利用、地下水シミュレーション、レジリエンス

概要

地震、洪水等の災害時や危機的な渇水などの非常時には安定的な水の供給が絶たれ、地下水などの代替水源の活用が行われる。2011年（平成23年）3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、地震、津波により多くの人命が失われるとともに、建築物、ライフライン施設等の社会基盤施設へも甚大な被害をもたらした。水道に関しても、187市町村（厚生労働省、2011）において断水が数週間継続するなど、生活用水の確保に窮する状況が続き、代替用水源として地下水を利用する事例が多数見られた。また、気候変動の影響により渇水リスクが増大し、月降水量における異常少雨の年間出現回数は、1901年（明治34年）～2013年（平成25年）の間で増加傾向にある¹⁾。1994年（平成6年）列島渇水では、給水制限期間：351日間、42都道府県517市町村で給水制限が実施され、工業用水や農業用水へ影響をもたらした。非常用水源として地下水が活用されたが、一方で、関東平野北部において地下水利用による地盤沈下が進行し、危機的な渇水が発生した場合の適応策が必要であり、災害時における適正な地下水利用が求められている。

災害時地下水利用システムの開発

地震や洪水等の災害や危機的な渇水時の緊急時における対応として、地下水の代替水源として活用が期待される一方で、適切な利用がなされない場合、過度な地下水の汲み上げによる地盤沈下や塩水化が生じる。

災害時の適正な地下水利用に関する適正な利用と対応について、内閣府が実施する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の研究開発テーマ²⁾のひとつとして、災害時地下水利用システム開発が採択された（図1）。

本テーマでは、環境に大きな影響を及ぼすことなく地域の実情に応じて非常時に利用できる地下水を定量的に明らかにし、非常時でも強靱な水供給システムを開発することにより、水供給サービスの被害最小化に資することを目的としている³⁾。研究開発は、次の5つのサブテーマから構成されている。

- サブテーマIV-1 非常時地下水利用システムの開発・社会実装
- サブテーマIV-2 非常時地下水利用の制度設計
- サブテーマIV-3 環境影響を考慮した地下水利用可能量評価のための統合技術の開発
- サブテーマIV-4 森林管理手法と地下水涵養量・湧水量の評価
- サブテーマIV-5 三次元水循環解析モデルの開発

政府、自治体や流域協議会（水循環基本計画に定める流域水循環協議会）が非常時地下水利用システムを実装することにより、渇水時における取水調整の最適化、災害拠点病院や水道事業者等のBCP反映による避難所・災害拠点における水源確保の実現を最終目標としている。

【引用・参考文献】

- 1) 厚生労働省：平成23年（2011年）東日本大震災の被害状況及び対応について（第97報）、p.11、2011。
- 2) 国土交通省：気候変動に適応した治水対策検討小委員会（第16回）資料、社会資本整備審議会河川分科会、2014。
- 3) 内閣府：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）国家レジリエンス（防災・減災）の強化研究開発計画、2019。
- 4) 内閣府：国家レジリエンス（防災・減災）の強化、https://www.nied-sip2.bosai.go.jp/research-and-development/theme_4.html。



図1 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）国家レジリエンス（防災・減災）の強化テーマIV.災害時地下水利用システム開発

キーワード：帯水層蓄熱、地球温暖化対策

概要

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書」では、地球温暖化の影響への適応とともに、再生可能エネルギーの普及による温室効果ガス排出削減等の緩和策の重要性が指摘された。「第5次エネルギー基本計画」（平成30年7月）では、エネルギー消費が熱利用を中心とした非電力が過半を占める現状から、熱利用の効率化の重要性と取組強化の必要性が示された。

帯水層蓄熱利用システムは、年間を通じて水温が安定している浅い帯水層に熱エネルギーを貯留し活用するものであり、「空気熱利用とは異なり大気中へ排熱を出さず地下に熱を蓄える」、「省エネルギーでCO₂の排出量を削減できる」などのメリットを有する。これを活用した空調システムは、高い省エネルギー性や環境負荷低減効果があり、ヒートアイランド現象の緩和等においても期待されている。

帯水層蓄熱利用システムの仕組みと特徴

帯水層蓄熱利用は、自然の地盤を熱の貯留槽として活用する技術で地中熱利用に含まれる。夏季の冷房時に生じる温排熱を帯水層に蓄え、冬季の暖房熱源に活用し、また、冬季の暖房時に生じる冷排熱を帯水層に蓄え、夏季の冷房熱源に活用する。蓄えた排熱を再生可能エネルギーとして活用することにより、ヒートポンプを効率的に稼働し、省エネ、省CO₂を図るシステムである（図1）。特に、地下水を豊富に含む地域での導入が期待されている。

国内では、まだ普及が進んでいないものの、海外、特にオランダでの普及が進んでおり、すでに約3,000件を超えるシステムが稼働している。

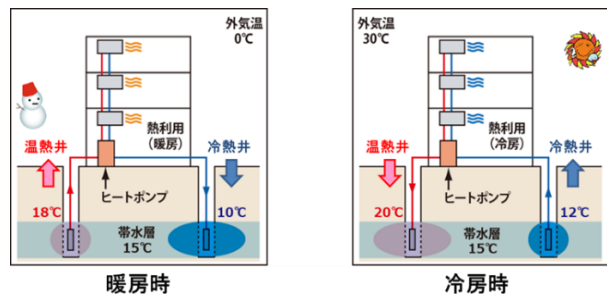


図1 帯水層蓄熱利用システムの概念図³⁾

国内における技術開発・実証事業

帯水層蓄熱利用の普及に向け、導入コストの縮減やエネルギー効率を高めるための技術開発とともに、利用に適する地盤条件に関する調査・検討が進められている。また、地下水を汲み上げ、還水することから、水圧変化による地盤沈下や水温変化による水質や微生物への影響についての研究や実証試験も進められている。

環境省のCO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業では、2015年（平成27年）～2018年（平成30年）にかけて、大阪市うめきた2期地区における実証事業¹⁾が行われた。同地区では地盤沈下を生じさせることなく地下水を有効的に活用できることが実証され、国家戦略特別区域会議の特定事業²⁾としての認定を受けた（図2）。

また、2018年（平成30年）～2021年（令和3年）にかけて、大阪市舞洲地区において、同実証事業により、複数帯水層を活用した新型熱源井システムの研究開発、帯水層蓄熱利用冷暖房の実証設備の構築及び運転に伴う省エネ性能や地盤影響の検証等が行われている。これらの実証成果により、帯水層蓄熱利用のさらなる普及につながる事が期待される。



うめきた2期地区全景（完成予想イメージ）

図2 うめきた2期地区完成予想イメージ³⁾

【引用・参考文献】

- 1) 大阪市：帯水層蓄熱利用の普及に向けた取組み、<https://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/page/0000476996.html> .
- 2) 環境省：建築物用地下水の採取の規制に関する法律の規制緩和について、<https://www.env.go.jp/press/107137.html> .
- 3) 環境省：帯水層蓄熱の利用にあたって、～熱エネルギーを大地に蓄熱 大規模施設の冷暖房に活かす技術～、2020.

14. ケーススタディ

(1) 地盤沈下履歴がある沿岸地域における地下水利用検討事例（神奈川県川崎市）

以下の検討条件、内容により検討を行った。

- 河川涵養による流動域と降雨涵養の流動域が併存する地域における検討を行った。
- 上流涵養域と下流地盤沈下域を含む解析を実施した。
 - ・ 低地部で地盤沈下させない可能揚水量を検討した。
- 上流域と下流域における規制及び保全方策を検討した。
 - ・ 戦後は下流低地及び沿岸部で揚水し、近年は台地部で揚水が増加している状況を反映させた。
- 流域毎の地下水保全方策（涵養源保全、雨水貯留など）を検討した。
- 各流動域の揚水量と地盤沈下、塩水化への影響を簡便法により検討した。

(2) 被災地域での地盤沈下を防止しながらの災害時地下水利用検討事例（仙台平野）

以下の検討条件、内容により検討を行った。

- 現状で地下水利用が少ない地域の解析事例とした。
- 災害時における避難所等での可能揚水量と利用条件を検討した。
- 揚水による地盤沈下影響について年間水収支法を用いて検討した。
- 災害時の代替水源として地下水を利用するための準備要件を検討した。

(1) 地盤沈下履歴がある沿岸地域における地下水利用検討事例（神奈川県川崎市）

キーワード: 沿岸平野、地盤沈下、塩水化、伏流水、水収支解析、差分法

解析手法及び結果の概要

(1) 検討条件

- ・ 降雨浸透、河川、揚水井の条件を設定し、地下水位を再現した。
- ・ 観測データとして地盤沈下、地下水位、塩化物イオン濃度を用い、比較的十分な量（期間）が得られていて、それらのデータを使用した。
- ・ 観測井は既設 11 箇所の井戸を使用した（図 1）。
- ・ 地下水利用は、大きく一般事業と水道事業に区分した。

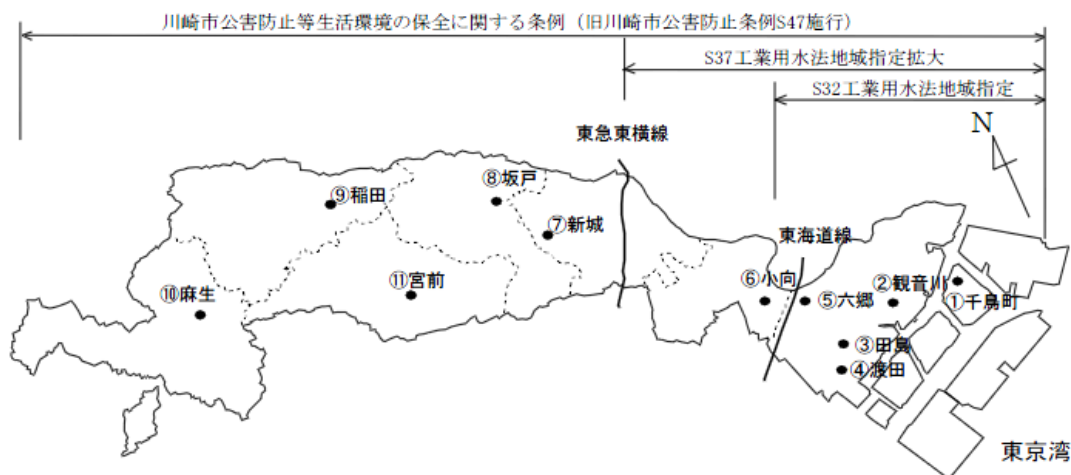


図 1 観測井の配置

出典：川崎市水環境保全計画（平成 24 年 10 月）

(2) 解析手法

具体的な検討手順は図 2 のとおりとした。

- ・ 地盤モデルは平成 18 年度報告書（川崎市）に記載された地盤モデルを利用した。
- ・ 差分法による三次元地下水シミュレーション手法（MODFLOW）を用いた。
- ・ 環境変化要因として、気候（降雨量、降雨パターン）、土地利用（地表涵養）、地下水利用（揚水量、河川水位・流量などを考慮した。
- ・ 河川は、地下水に対して涵養河川、排水河川の両方を想定し、観測データに基づいて河川水位を適切に設定した。
- ・ 地盤沈下は地下水位と地盤沈下量の年変動量の相関関係から、地下水低下に伴う地盤沈下量を推定する簡便法を用いた。
- ・ 塩水化の検討は地下水位と塩化物イオン濃度の観測データを用いて年変動量の相関関係から地下水位の年変動量に対する塩化物イオン濃度の年変動量を推定する方法を用いた。

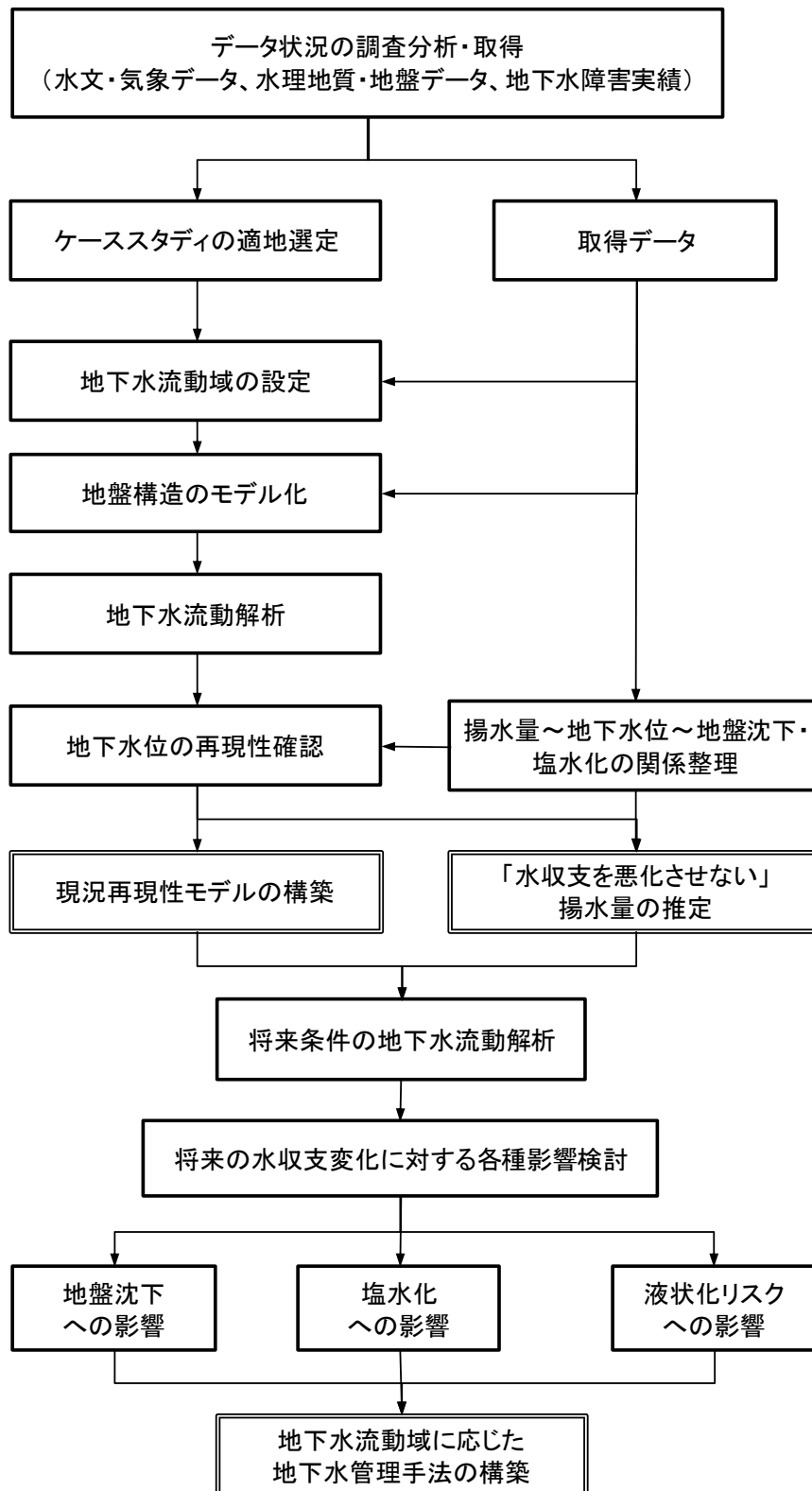


図2 沿岸平野におけるケーススタディ検討手順

(3) 解析結果

① 地下水位低下量

- ・現在の揚水位置で揚水量を増加させた場合、低地、臨海・埋立地、扇状地性低地における観測井の水位低下量は、大きく変化しない。揚水量の増加に比べて地下水低下量が小さいのは、多摩川からの涵養が大きいために、すぐに地下水位が回復するためであると考えられる。また、低地、臨海地域の観測所については、2010年時点の揚水箇所から離れていることから、ほとんど揚水量の増加が影響していない。
- ・台地部の宮前観測所では、20年間ゆっくり地下水位が低下し続け、揚水量が増加するにつれて地下水の低下速度が速くなる傾向にある。今後は、台地・丘陵地での観測井を増設し、より詳細に地下水低下量を把握していくことが望ましい（表1、図3）。
- ・沿岸部の千鳥観測所の年間地盤収縮量は、揚水量約40,000m³/日に対して、最大6mm/年に及ぶという結果が得られた（図4）。
- ・沿岸部の田島観測所の塩化物イオン濃度増加量は、揚水量約40,000m³/日に対して、最大600mg/lに及ぶ結果が得られた。

表1 地下水シミュレーションによる揚水量を増加させた場合の年間水収支

	揚水量 127,722 (m ³ /日) 1.00倍		揚水量 137,822 (m ³ /日) 1.08倍		揚水量 145,558 (m ³ /日) 1.13倍		揚水量 177,340 (m ³ /日) 1.39倍	
	流入	流出	流入	流出	流入	流出	流入	流出
貯留量 ^{※1}	1.5	1.1	1.7	1.2	1.7	1.2	2.0	1.2
固定境界 ^{※2}	1.6	6.9	1.7	6.9	1.5	6.9	1.7	6.9
揚水井	0.0	46.6	0.0	50.3	0.0	53.1	0.0	64.7
河川境界	67.9	35.1	71.0	35.9	73.3	35.6	83.8	35.3
降水量	18.9	0.0	18.9	0.0	18.9	0.0	18.9	0.0
合計	89.9	90.7	90.7	94.3	95.4	96.8	106.4	108.2

(単位：×10⁶ m³/y)

※1：貯留量は2010年4月時点を基準とする。

※2：固定水頭境界はモデル北西側境界からの流入と南東側の東京湾への流出からなる。

※3：倍率は揚水量の比率を表し、2010年の現況再現計算結果を1.0倍としたものである。

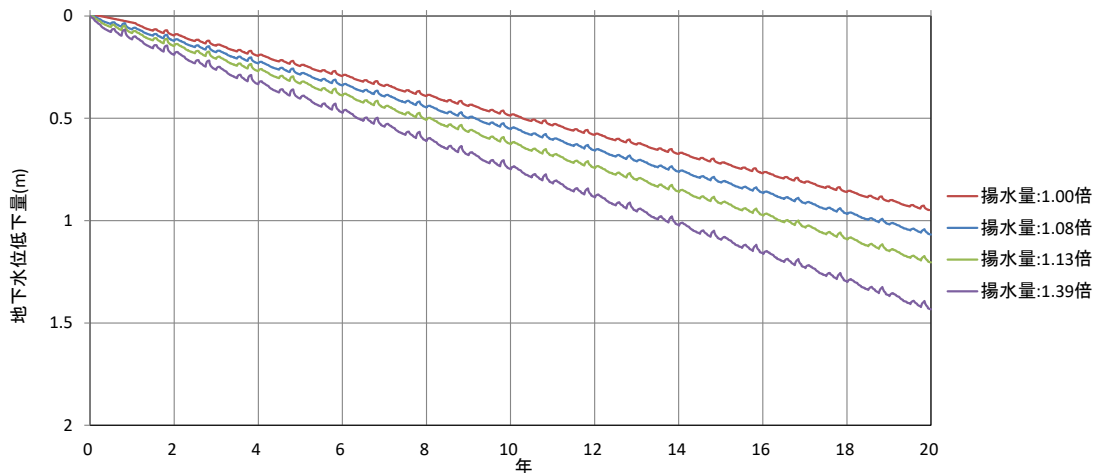


図3 宮前観測所の地下水低下量の経年変化（台地・丘陵地）

② 地盤沈下量

観測井における地下水位低下に伴う粘土層の圧密沈下量を予測した。圧密沈下量の予測には、「地盤収縮量と地下水位観測データの相関関係に基づいて推定する経験的手法」を用いた。図4の千鳥観測所の年間地盤収縮量は、揚水量約 40,000m³/日に対して、最大 6mm/年に及ぶという結果が得られた（図5）。

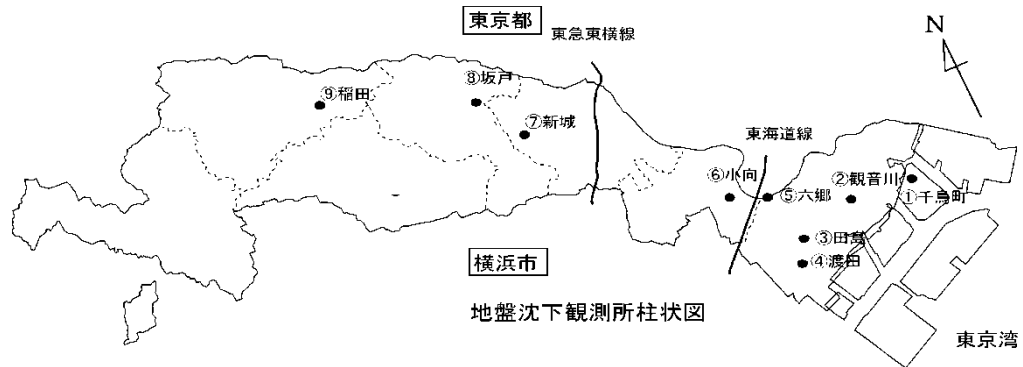


図4 地盤沈下観測所位置図

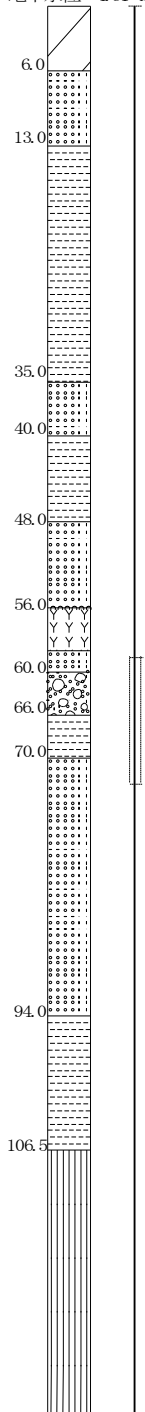
出典：川崎市水環境保全計画（平成24年10月）

【①千鳥町】

- ・井戸深：131.0m
- ・粘性土（シルト）層厚：46.5m
- ・地下水位がある程度回復した昭和57年以降のデータで地下水－地盤収縮変動量の関係を整理

千鳥町地盤沈下観測所

井戸深 131.0 m
標高 13.29 m
地下水位 -4.61 m



柱状図凡例

- 表土
- 砂
- 砂礫
- シルト
- 粘土
- 腐植土
- 泥岩
- ストレーナー

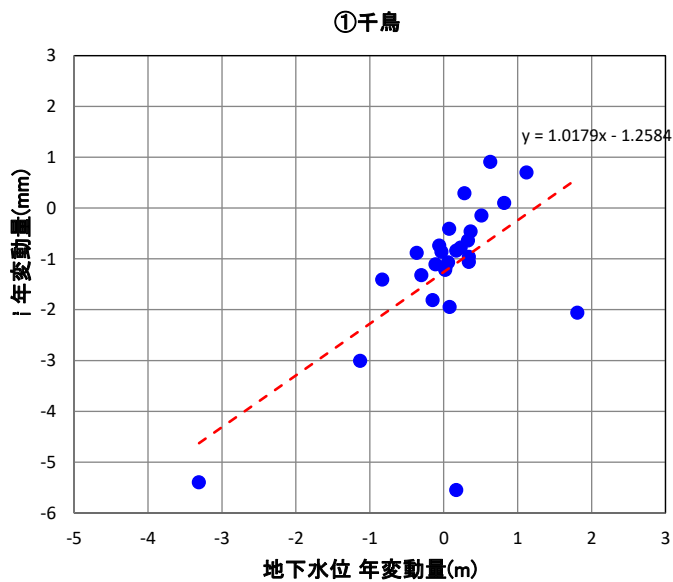
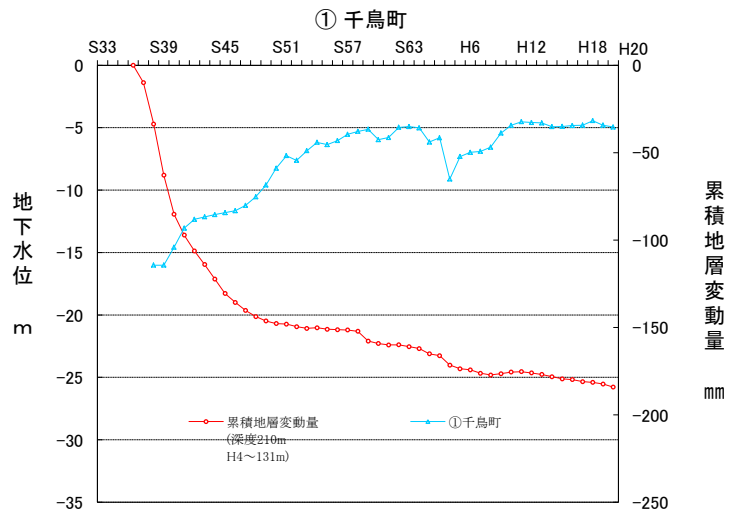


図5 地下水位年変動量と地盤収縮年変動量の関係

③塩水化

図6に観測井位置図を示す。地下水低下量と塩化物イオン濃度の関係から、低地、臨海・埋立地で揚水した場合の塩化物イオン濃度の増加量を算出した。地下水低下量に対して塩化物イオン濃度増加量が比較的大きい③田島観測所の塩化物イオン濃度増加量は、揚水量約40,000m³/日に対して、最大600mg/lに及ぶ結果が得られた（図7）。



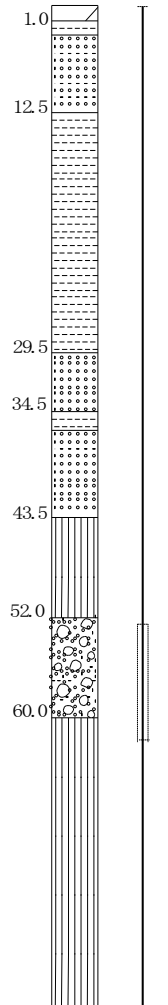
図6 観測井戸位置図

【③田島】

- ・井戸深：85.0m
- ・粘性土（シルト）層厚：18.0m
- ・観測開始時期 S63 からの地下水位－塩化物イオン濃度変動量（ストレーナ位置）の関係を整理
- ・地下水 1m 低下した場合の塩化物イオン濃度（グラフの傾き）：116.16mg/l

田島地盤沈下観測所

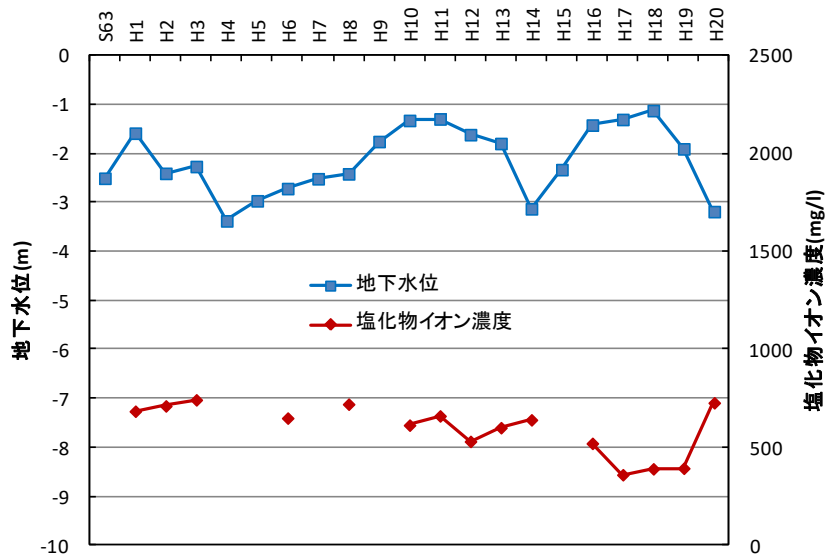
井戸深 85.0 m
 標高 0.91 m
 地下水位 -1.30 m



柱状図凡例

- 表土
- 砂
- 砂礫
- シルト
- 粘土
- 腐植土
- 泥岩
- ストレーナー

③田島



③田島

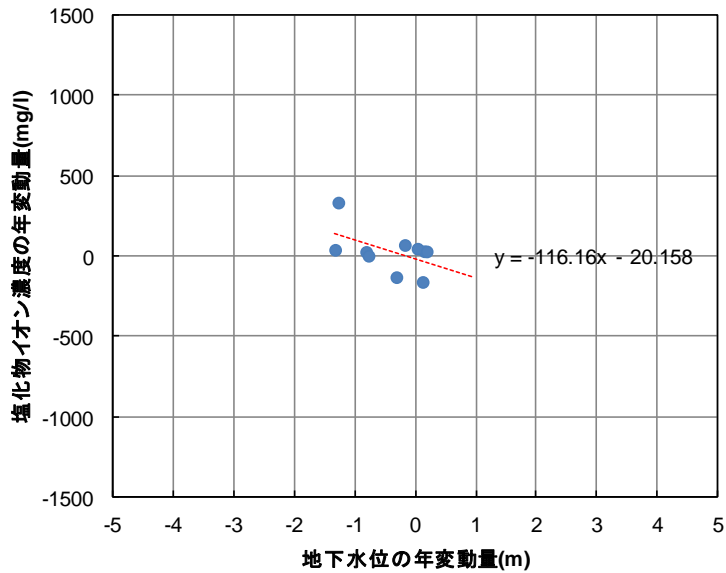


図 7 地下水－塩化物イオン濃度の関係（田島）

今後の地下水保全・利用方針

a. 丘陵地

市西部に広がる丘陵地は緑地や自然が残っており、以東の地下水や湧水の自然涵養水源となっているほか、多摩川沿岸では伏流水の供給があり、湧水周辺の湿地には豊かな生態系が育まれる。基本的には市の地下水涵養域に該当するため、積極的な地下水涵養を図っていく地域とする。

b. 台地部

近年、住宅地としての開発が著しく、都市化が進んでいる地域である。丘陵地と同様、多摩川沿岸では伏流水の供給があるが、今後も開発が進み、家庭用井戸、防災井戸としての浅井戸に加えて事業用の深井戸需要も見込まれる。水環境の改善・再生、都市熱環境改善の面から地下水利用が期待されるが、揚水と地盤沈下の相関も一部地域で見られることから、水循環維持の観点から地下水流動域全体の健全性維持を考慮し浸透施設や雨水貯留などによる積極的な地下水の涵養、保全を図りつつ、利用を図っていく地域とする。

c. 低地部、沿岸埋立地

軟弱な沖積粘土層と砂層からなる平野部であり、過去に地盤沈下の問題が顕在化した。近年では地盤沈下は沈静化しているが、解析結果では水位低下 1m あたり 1 mm/年程度の地盤沈下や塩水化が生じる可能性がある。また、不圧地下水位の上昇による液状化の危険性、構造物の浮き上がり等が懸念される。当地域は工場などの事業性井戸利用の需要があるが、大きな地下水の涵養は期待できないことから、規制による地下水の保全を図りながら、累積性の地盤沈下を監視しつつ利用を図っていく地域とする。

他の地方公共団体に適用する場合の留意点

a. 環境変化要因

- ・環境変化要因としては、気候（降雨量、降雨パターン）、土地利用（地表涵養）、地下水利用（揚水量）、河川水位・流量などが挙げられる。
- ・今後、数十年から 100 年を対象とする場合、気候変動の影響も考慮する必要があり、降雨パターンによる地下水涵養の変動を検討するには、計算時間刻みについても十分な検討が必要である。
- ・川崎市の土地利用は、現在までに緑地が減少し、建物用地が大部分を占める結果であったため、今回は将来条件として土地利用の変化を考慮しないこととしたが、一般には、緑地（特に涵養量が多い水田）の面積の変化により地表涵養が大きく変わる可能性があるため、土地利用の変遷に留意する必要がある。
- ・地下水利用は、大きく、農業、工業、上水の 3 つに区分され、それぞれの用途によって、揚水量の変動が異なる。農業であれば、地下水依存度や水田面積の変化に応じて将来的な変動を想定する必要があり、工業、上水であれば、工業団地の建設計画や、地下水依存度に留意する必要がある。
- ・河川は、地下水の境界条件として大きな影響を与える要素であり、地下水に対して涵養河川、排水河川の両方が想定される。一般には、観測データに基づいて河川水位を適切に設定する必要があり、堰の建設や河床掘削などに伴い、河川水位が変動することに留意する。

b. 地盤沈下

- ・地盤沈下は、一般に粘性土の圧密沈下現象であり、粘性土が厚く堆積している低平地での問題が大きい。このような粘性土の圧密特性が十分に把握できる情報があれば、圧密沈下を対象とした解析手法を適用することも可能である。
- ・圧密沈下を対象とした地盤沈下解析は、一般に、モデル化が困難な場合が多い。そのため、川崎市で適用した地下水位と地盤沈下量の年変動量の相関関係から、地下水低下に伴う地盤沈下量を推定する方法が簡便でよいと考えられる。ただし、過去に大きな地下水位低下と地盤沈下を経験してい

る場所では、圧密沈下の履歴を考慮して、水位低下量と沈下量の関係を正規圧密領域と過圧密領域に区分して観測データを整理する必要がある。

c. 塩水化検討手法

- 今回は、塩水化の問題に関する検討手法として地下水位と塩化物イオン濃度の観測データを用いて年変動量の相関関係から地下水位の年変動量に対する塩化物イオン濃度の年変動量を推定する方法を採用した。
- 上記の手法は、過去の大きな地下水位変動が沈静化し、塩淡水境界の変動が落ち着いた後の期間に対して適用できるものと推定される。したがって、地下水位と塩化物イオン濃度の観測期間が10年程度以上得られていることが適用に当たっての要点と考えられる。

(2) 被災地域での地盤沈下を防止しながらの災害時地下水利用検討事例(仙台平野)

キーワード:被災地域、地盤沈下、水収支把握、年間水収支法、地下水防災利用

解析手法及び結果の概要

2.1 仙台平野における災害発生時の地下水供給

(1) 検討目的

被災地域であり、かつ現状で地下水利用が多くない地域であることを踏まえ、水収支に着目して災害発生時の地下水供給の可能性、地下水位と地盤沈下の関係を調べることを目的とした。

(2) 検討手順

図1のフローに従って検討、解析を実施した。

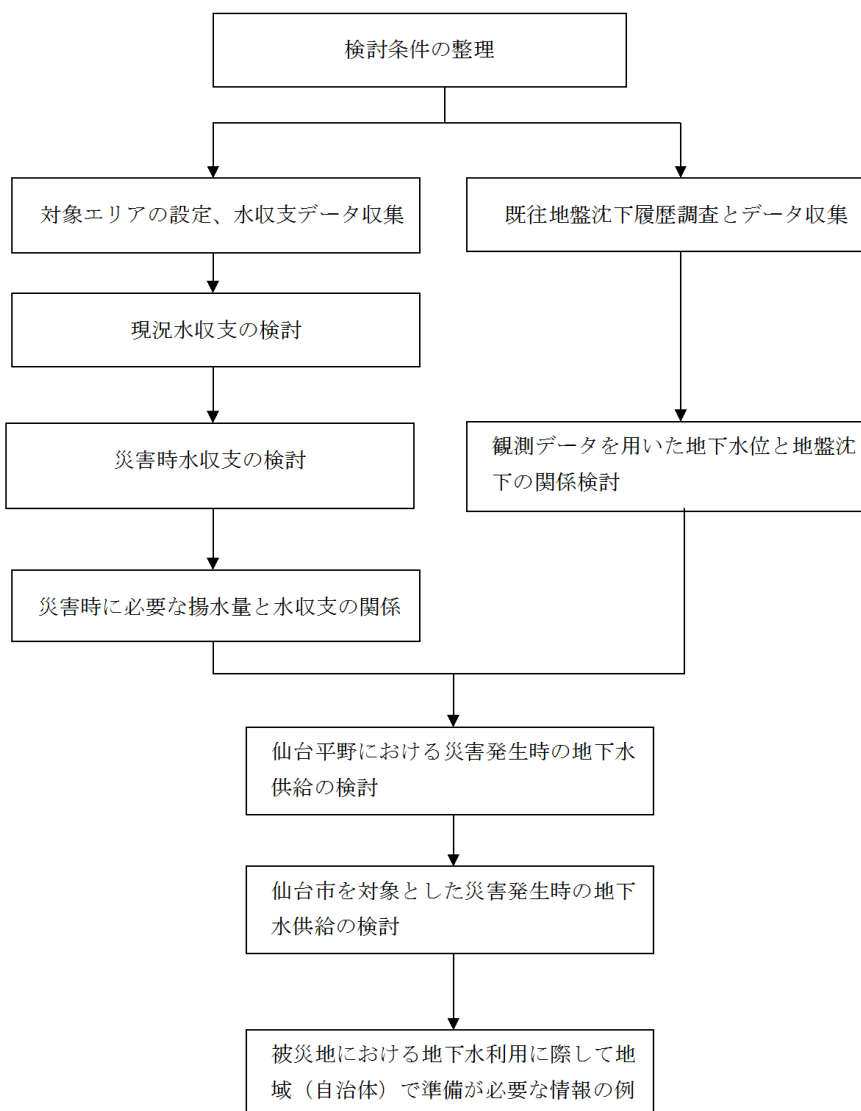


図1 仙台平野における災害時地下水利用検討フロー

(3) 検討条件

- ・ 水収支データ 対象地域、対象面積
- ・ 地下水盆の水収支の算定方法（年間水収支）
- ・ 地下水涵養量 水田部 減水深：20mm/日、非水田部 1mm/日
- ・ 年間地下水利用量
- ・ 地盤沈下データ
- ・ 災害時の年間水収支
災害時生活用水としての地下水揚水量の推定、災害時生活用水として必要な揚水量

a. 対象地域

- ・ 仙台平野は、**図 2** に示すように、国土調査 50 万分の 1 土地分類図における「仙台福島平野」の範囲を参考として、宮城県の内、仙台市、多賀城市、塩竈市、七ヶ浜町、利府町、名取市、岩沼市を対象とした。
- ・ 上記の内、地下水に関する水収支（地下水盆）の範囲は、「台地」、「低地」、「水面」とした。

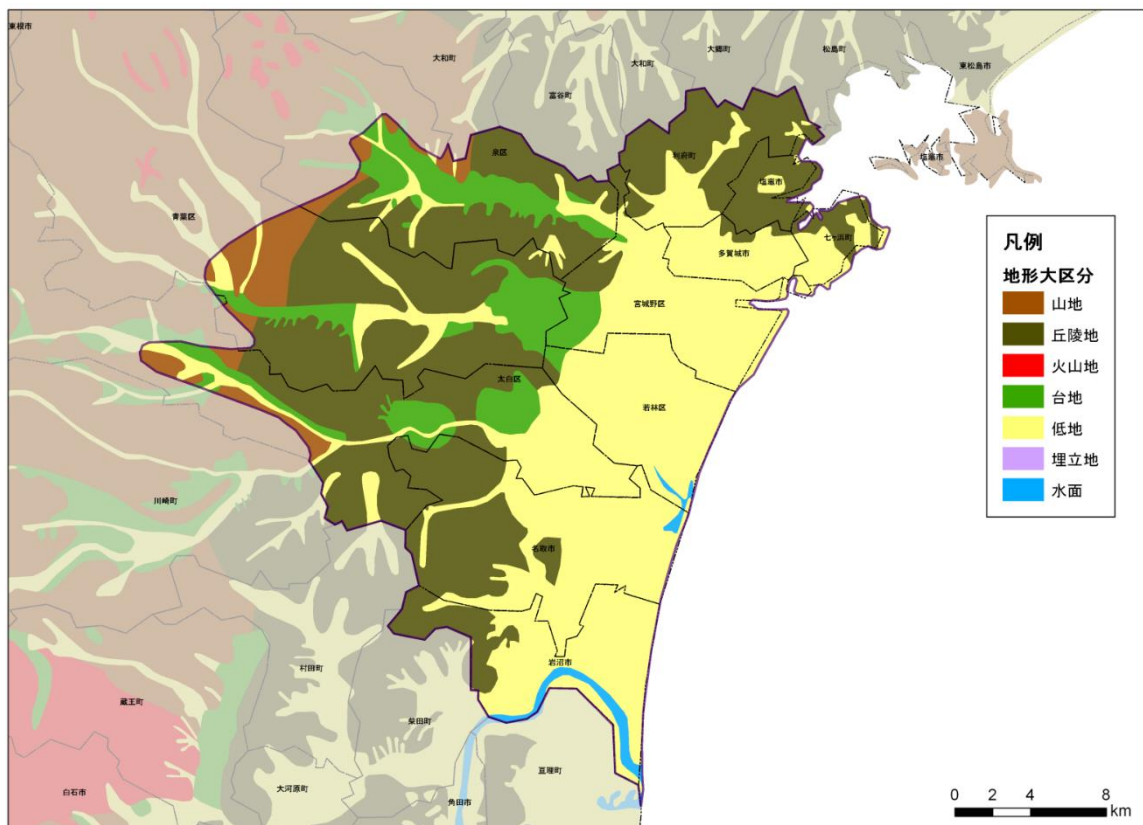


図 2 仙台平野の水収支対象域（低地＋台地＋水面）

（「国土調査 50 万分の 1 土地分類図」の Shape ファイルを利用して ArcGIS により作成）

b. 水収支の算定方法（年間水収支）

図 3 に水収支算定方法を示す。

【水収支の算定方法】

- 地下水盆全体のかん養量 $W = (A1 \times w1) + (A2 \times w2)$
- 地下水盆全体の地下水利用量 $Q = Q1 + Q2 + Q3$
- 年間の水収支 $B = W - Q$
- 単位面積当たりの水収支 $H = B / A$

ここに、

W：年間の地下水かん養量（体積）、A1：水田（作付け）面積、w1：水田域の単位面積当たりのかん養量（＝減水深 I－蒸発散量 E）、A2：非水田域の面積（＝A－A1）、A：地下水盆全体（原則として台地＋低地）の面積、w2：非水田域のかん養量（＝1mm/d）、Q：年間の地下水利用量（体積）Q1：農業用地下水利用量、Q2：工業用地下水利用量、Q3：上水用地下水利用量、B：年間の水収支（体積）、H：単位面積当たりの水収支（B を地下水盆全体の面積で除した換算水面高さ）

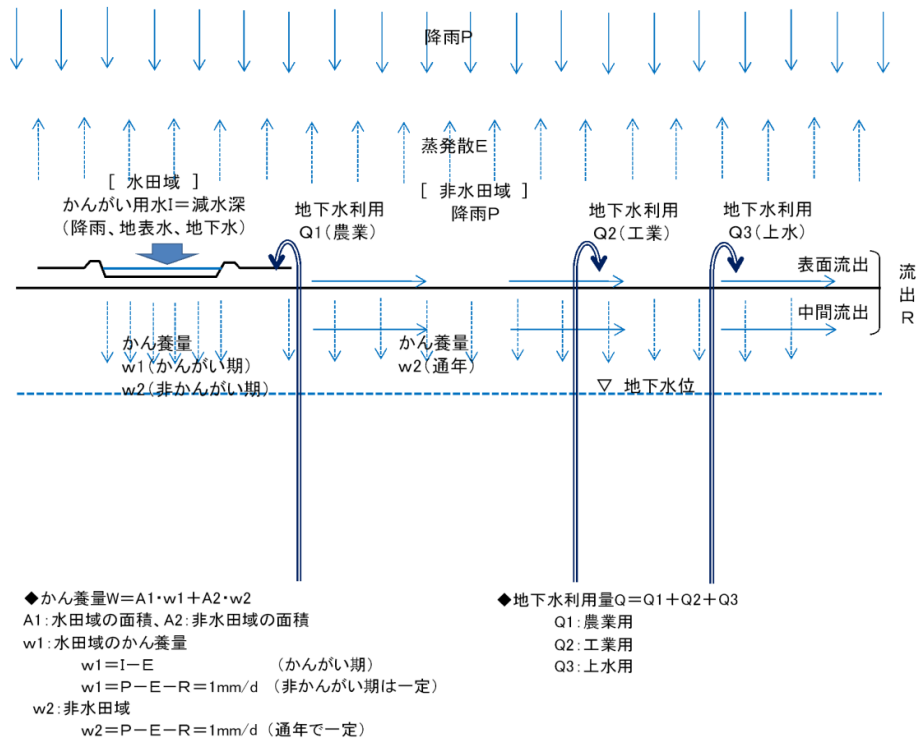


図 3 水収支算定方法

c. 地下水利用量（年間）

表 1 仙台平野の年間地下水利用量（H19年、単位：百万 m³）

市町村	工業用	建築物用	水道用	農業用	合計
仙台市	3.2	18.1	3.1	9.3	33.7
名取市	0.4	0.4	0.4	1.5	2.7
岩沼市	1.5	0.0	0.0	0.2	1.7
塩竈市	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
多賀城市	0.0	0.0	0.4	4.0	4.4
利府町	0.0	0.0	1.8	0.0	1.8
七ヶ浜町	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	5.1	18.5	5.7	15.0	44.3

出典：環境省・全国地盤環境ディレクトリ 平成 24 年度版

http://www.env.go.jp/water/jiban/dir_h24/04miyagi/sendai/detail.html#D6-1

(4) 解析結果

- ・仙台平野全体の概略の年間水収支の検討結果より、地下水利用量は地下水涵養量に対して約 17%である。
- ・仙台市内の地下水観測井において、近年は、地下水位は回復傾向にあるが、地盤沈下は継続的に進行しており、主に地層上部・沖積層が沈下の対象のようである。これは、1978 年（昭和 53 年）に発生した宮城県沖地震（M7.4）の影響が継続している可能性がある。地層下部・洪積層では、むしろリバウンド傾向が見られる（図 4）。
- ・東日本大震災時における宮城県の避難者数を参考に、災害時生活用水を利用するための地下水揚水量を算出した結果、約 230 千 m³ となった。これは、現況の年間の地下水利用量(44,300 千 m³)の約 0.5%に過ぎず、災害時の地下水利用があっても仙台平野の水収支は、ほとんど変化しない。
- ・災害時の揚水による水収支への影響は少なく、現況の地盤沈下は地下水利用とは無関係に発生していることから、災害時の地下水利用は可能と考えられるが、地盤沈下地域における揚水は地盤の圧密沈下を促進する可能性があるため避けることが望ましい。

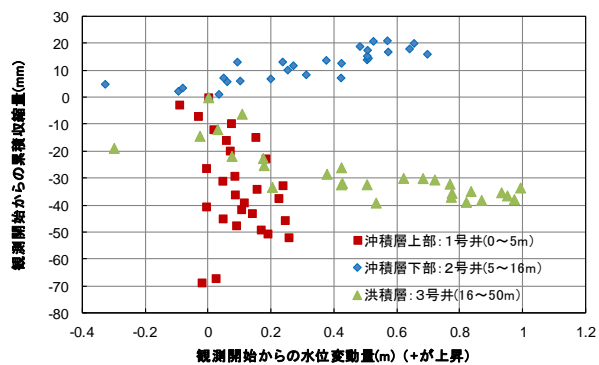


図 4 地下水位と地盤沈下量の相関関係（狐塚）

注) 縦軸（累積収縮量）は、-（マイナス）が収縮を示す

今後の地下水保全・利用方針

- ・近年、地下水位が回復傾向にあるにもかかわらず、地層上部の沖積粘性土を主体として沈下が進行しており、沈静化していない。
- ・今回の水収支解析は、仙台平野全体での概略的な検討であるが、地盤沈下が大きい範囲に限定した水収支解析が必要と考えられる。そのためには、揚水井毎の地下水利用量、位置を詳細に求めることが重要である。
- ・水収支解析では、地表からの涵養量の内、水田灌漑の割合が多い結果となった。水稲作付面積は、減少傾向にあるため、将来、地表からの涵養が減少する可能性があることから、土地利用の変遷に留意する必要がある。
- ・気候変動による降雨パターンの変動から地下水涵養が変動する可能性があり、これについては詳細な数値シミュレーションが必要と考えられる。

他の地方公共団体に適用する場合の留意

- ・地盤沈下が比較的大きい地域では、仙台市の地盤沈下測定局のような層別に地下水位と地盤収縮量を測定できる計測器の設置が望ましい。
- ・揚水井については、設置位置、揚水量、ストレナ深度など、なるべく詳細な情報を入力することが水収支の把握に役立つ。
- ・水田面積（水稲作付面積）が比較的大きい場合、地表からの地下水涵養量の占める割合が大きいと想定されるため、減水深の把握が水収支解析上、重要である。

2.2 仙台市における災害発生時の地下水供給

(1) 震災時の井戸利用事例

仙台市内で災害時応急用井戸として登録されている236件の個人用井戸及び事業所井戸を対象に、東日本大震災時の利用について仙台市が聞き取りアンケートを行った結果を図5及び図6に示す。これらの図から断水した個人では77%、事業所では81%が応急井戸を利用したことがわかる。

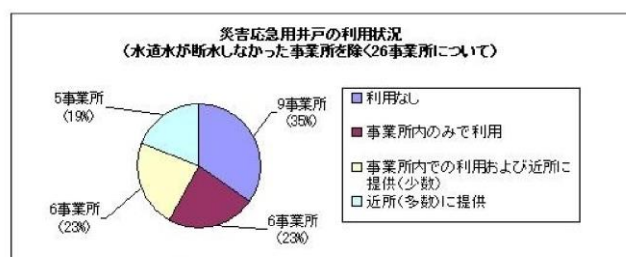
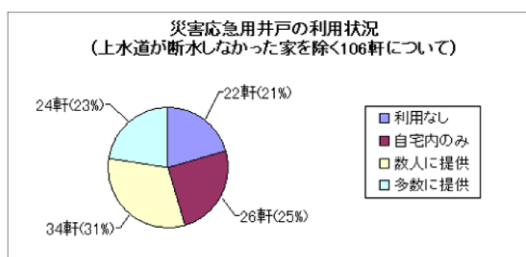


図5 災害応急井戸（個人）の利用状況

図6 災害応急井戸（事業所）の利用状況

出典：東日本大震災における災害応急用井戸の利用状況、仙台市

<https://www.city.sendai.jp/taisaku-suishin/kurashi/anzen/saigaitaisaku/sonaete/ido/>

阪神淡路大震災時の目標水量、水運搬距離、給水方法の資料をもとに、東日本大震災時の仙台市における水道復旧状況と避難者数の推移データから算定した時系列の必要生活水量を表2に示す。発災後時系列で必要な生活用水量の目安として、表2から発災後1週間後に水需要のピークがあり、必要水量は約1,410m³であることがわかる。この水量は仙台平野全体の水収支検討結果から一時利用として問題はないものと考えられる。

表 2 東日本大震災時の日数経過に対する水道復旧状況と避難者数の推移

経過日数	発災後 3 日	発災後 1 週間	発災後 2 週間	発災後 1 カ月
水道の復旧状況	市内各地で断水	市内各地で断水	一部断水	復旧
避難者数	96,710	70,467	3,201	2,829
必要な生活用水量	3 $\frac{\text{リットル}}{\text{人}} \times 96,710$ 約 290 m^3	20 $\frac{\text{リットル}}{\text{人}} \times 70,467$ 約 1,410 m^3	100 $\frac{\text{リットル}}{\text{人}} \times 3,201$ 約 320 m^3	250 $\frac{\text{リットル}}{\text{人}} \times 2,829$ 約 250 m^3

出典：東日本大震災の地震被害等状況及び避難状況について、宮城県
<http://www.pref.miyagi.jp/site/ej-earthquake/km-higaizyoukyou.html>

(2) 避難所における地下水利用

発災後断水時から復旧までの水利用は主に地下水に依存することになり、必要な水量は時系列で変化するが、防災時応急用井戸として登録されている個人井戸や事業所防災井戸は場所や設置数が限られていること、おおよそ100m以内の地域利用に限られることから、避難者の主な利用場所は避難所になる。

仙台市の場合、避難所は以下のa.～d.の区分、配置となっている。

- a. 指定避難所 101 箇所 避難のための広場と建物を備えた施設（市立の小学校、市立の中学校、市立の高等学校など）。
- b. 福祉避難所 34 箇所 指定避難所での生活が困難な高齢者や障がい者等の災害時要援護者を受け入れるために開設する二次的避難所（一部の高齢者施設、障がい者施設など）。
- c. 地域避難場所 37 箇所 指定避難所の確保がむずかしい地域の一時的な避難広場（25,000 m^2 以上の公園、施設、一部の小・中・高等学校、大学など）。
- d. 広域避難場所 2 箇所 火災の広がりにより指定避難所などにとどまることができないような場合の避難広場（50,000 m^2 以上の公園、施設など）。

このように約500 km^2 の範囲に174箇所の避難所及び応急給水施設が配置され、避難所は約2.8 km^2 に1箇所、応急給水施設は7.2 km^2 に1箇所の割合で設置されていることになる。また、東日本大震災の際には他県からの応援等も含み、給水車による給水（最大75台/日、750 m^3 /日）及び応急給水槽（19箇所、100 m^3 /日）による応急給水が行われた（仙台市の東日本大震災による水道施設被害と震災対応の概要、厚生労働省、平成22年3月）。被災後1週間の最大水需要1,410 m^3 /日をこれらの応急給水と既存の避難所で賄う場合、井戸の揚水能力1 m^3 /時とし、応急給水施設による給水能力を550 m^3 /日とすると、36避難所への井戸設置が必要で、おおよそ5避難所に1箇所の割合で防災井戸の設置が必要になる。

実際は地盤沈下を生じる可能性がある地区への浅井戸設置は避けるよう考慮する必要があり、設置箇所、井戸設置本数は制約を受ける。また、平常時と異なり、災害時はアクセス障害や停電などの被害が重なることも予想される。このため、地下水利用の観点からは現状の避難所への防災井戸や貯留槽配置を主に、個人や事業所の登録井戸（できればつるべ式井戸や停電対応井戸）の件数を増やして停電時対応や地区毎の利便性を補完する必要がある。

(3) 災害発生時の地下水供給に際して検討が必要な事項の例

仙台市を対象とした検討例をもとに、災害発生時の地下水供給の可能性等を検討する場合に必要な情報の例を挙げると次のようになる。

a. 現況の把握

○避難所の数と配置現況

- ・避難所の区分、管理者（解錠責任者）、受け入れ可能人数、設備状況
- ・避難所へのアクセス（平常時、主道路通行不能時）
- ・ライフライン遮断時の対応

○登録防災井戸の状況把握

- ・井戸の管理状況、水質（飲用可能かどうか）
- ・設置場所の周知（防災マップ、Web サイトなど）

b. 被害想定及び必要水量予測

○想定避難者数

- ・地域住民、近隣地域からの避難者
- ・時系列の避難者数予測

○災害時の水需要予測

- ・既往災害事例をもとにした時系列予測
- ・避難者数を考慮した総量とピーク予測

○地下水で賄う必要がある水量

- ・給水車など公助で見込める応急給水量

c. 地下水利用施設の配置計画

○避難所への井戸、貯留槽配置計画

- ・b. による必要量と各避難所の担保水量
- ・防災マップへの利用施設の記載と広報
- ・地下水利用施設が具備すべき条件（飲用、生活用）

○防災計画

- ・感震器の設置、自家発電装置などの停電対応
- ・避難所へのアクセス確保方策
- ・地域防災計画への反映

参考資料

参考資料1 地下水保全に関する条例及び観測配置の例

表1 水源地の保全に関する条例等

都道府県	市町村	条 例	施行年月日
北海道	—	北海道水資源の保全に関する条例	平成 24 年 4 月 1 日
北海道	ニセコ町	ニセコ町水道水源保護条例	平成 23 年 5 月 1 日
秋田県	—	秋田県水源森林地域の保全に関する条例	平成 26 年 4 月 1 日
山形県	—	山形県水資源保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
茨城県	—	茨城県水源地域保全条例（議員提案）	平成 24 年 10 月 3 日
群馬県	—	群馬県水源地域保全条例	平成 24 年 6 月 26 日
埼玉県	—	埼玉県水源地域保全条例	平成 24 年 4 月 1 日
山梨県	—	山梨県地下水及び水源地域の保全に関する条例	平成 24 年 12 月 27日
神奈川県	座間市	地下水を保全する条例	平成 10 年 4 月 10 日
新潟県	—	新潟県水源地域の保全に関する条例	平成 25 年 12 月 27日
福井県	—	福井県水源涵養地域保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
富山県	—	富山県水源地域保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
石川県	—	水源地の供給源としての森林の保全に関する条例	平成 25 年 4 月 1 日
石川県	白山市	水道水源地の保護に関する条例	平成 23 年 4 月 1 日
長野県	—	長野県豊かな水資源の保全に関する条例	平成 25 年 3 月 25日
長野県	佐久市	佐久市水資源保全条例	平成 25 年 1 月 1 日
滋賀県	—	滋賀県水源森林地域保全条例	平成 27 年 4 月 1 日
岐阜県	—	岐阜県水源地域保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
岐阜県	東白川村	東白川村水道水源保護条例	平成 11 年 4 月 1 日
三重県	—	三重県水源地域の保全に関する条例	平成 27 年 4 月 1 日
京都府	—	京都府森林水源地域の保全等に関する条例	平成 30 年 3 月 30日
徳島県	—	徳島県豊かな森林を守る条例（議員提案）	平成 26 年 4 月 1 日
熊本県	熊本市	涵養の促進に関する指針	平成 24 年 4 月 1 日
宮崎県	—	宮崎県水源地域保全条例	平成 26 年 3 月 17日

表2 条例における地下水域の保管理体制に関する規定（平成26年3月現在）

都府県名	地方公共団体間連携	審議組織設置	事業者 自主管理	住民参加
東京都	板橋区、小金井市、日野市、 国分寺市、東久留米市	小金井市、日野市、国分寺 市、八丈町、新島村		板橋区、小金井市、日 野市、国分寺市、東久 留米市
神奈川県	座間市	秦野市、座間市、真鶴町		座間市
新潟県		十日町市、南魚沼市、湯沢 町、魚沼市	長岡市、十日町 市	
石川県		野々市市、内灘町		金沢市
山梨県		笛吹市、中央市、昭和町、 鳴沢村、富士河口湖町	昭和町、富士吉 田町	
静岡県			静岡県、浜松市	
長野県		安曇野市		安曇野市
愛知県			津島市	
岐阜県	岐阜市			
京都府		城陽市	城陽市	
愛媛県		西条市		西条市
高知県		香南市		
福岡県		宗像市		
佐賀県				小城市
長崎県			大村市	
熊本県	熊本県、熊本市	熊本市	熊本県、熊本市、 西原市	熊本県、熊本市
鹿児島県		与論町		
沖縄県		宮古島市、糸満市、うるま 市、伊江村	石垣市	
関連地方 公共団体 数	9	30	13	12

出典) 千葉知世：地下水保全に関する法制度的対応の現状、水利科学、No.7

表3 地盤沈下観測地点の配置状況

地域名	面積 (km ²)	地盤沈下観測点数と配置密度 [※]		
		基準点	観測井	1箇所あたり面積(km ²)
関東平野南部(埼玉県)	2,868	594	32	5
関東平野北部(栃木県)	598	163	26	3
関東平野南部(千葉県)	2,154	696	51	3
九十九里平野	1,090	414	4	3
関東平野北部(群馬県)	311	134	5	2
関東平野北部(茨城県)	305	143		2
関東平野南部(東京都)	1,020	490	42	2
甲府盆地	80	40		2
静岡(静岡)	30	27		1
豊岡盆地	23	22		1
富士・岳南	22	25		1
関東平野南部(神奈川県)	307	484	16	1

※環境省の全国地盤環境情報ディレクトリ、平成30年度全国の地盤沈下地域の概況に記載された測量面積、水準点の観測基準点数、沈下計を設置している観測井数の情報を収集、整理し、これらのデータを用いて、地盤沈下観測地点の配置密度={面積/(基準点数+観測井数)}を算出している。

表 4 地下水位観測井の配置状況

流域区分	流域名	面積 (km ²)	地下水位観測井数と配置密度 [※]	
	(地下水流動域名)		観測井	1箇所あたり面積(km ²)
広域	九十九里平野	1,090	13	84
	新潟平野	606	28	22
	高田平野	191	13	15
	安曇野扇状地	70	5	14
	庄川扇状地	880	67	13
	岡崎平野	151	14	11
	甲府盆地	80	13	6
	福井平野	200	29	7
	愛知県尾張地域	580	152	4
	豊岡盆地	23	9	3
	静岡平野（静岡）	30	15	2
	砺波平野	127	58	2
河川流域	熊本白川流域	1,041	56	19
	庄川流域（高岡市）	91	12	8
都県市	群馬県	311	20	16
	富士吉田市	122	4	31
	東京都	1020	104	10
	北杜市	603	30	20
	静岡市	141	15	9
	富士市	245	28	9
	秦野市	103	20	5
	静岡県（条例指定地域）	450	155	3
地下水流動域	熊本白川流出域（熊本市）	389	33	12
	大野盆地清滝川涵養域	22	11	2
	大野盆地清滝川流出域	22	15	1

※地下水位観測井の配置状況について概況を知るために、環境省の全国地盤環境情報ディレクトリ、自治体がまとめている「地盤沈下・地下水位観測年報」や自治体HPの地盤沈下情報などに記載された最近の地下水位観測井数及び面積の情報を収集している。これらのデータを用いて、地盤沈下観測点の配置密度（面積/観測井数）を算出した。

表5 用水二法及び条例による地下水採取規制の例

法令 都府県名	市町村	採水法	規模			構造		適用条件
			揚水管径	吐出径	揚水量	井戸深度	ストレーナ下限	
工業用水法		動力		6cm ² 以上				工業用
ビル用水法		動力		6cm ² 以上				建築物用
宮城県	松島町	動力	30mm 以上			20m 以上		
福島県	福島市	動力			30m ³ /日			
東京都	板橋区	動力						出力 300W 超
東京都	小金井市				500m ³ /日			
神奈川県	小田原市				12.5m ³ /時			
神奈川県	開成町	動力	100mm 以上			20m 以上		
神奈川県	真鶴町	動力	150mm 以下	50mm 以下	125m ³ /日	80m 以上		第4種指定地域
新潟県	長岡市	動力		4cm ² 以上			20m 以深	
新潟県	十日町市	動力					20m 以深	十日町地域
新潟県	田上町	動力				30m 超		禁止、許可取得
新潟県	湯沢町		100mm 以下 150mm 以下 150mm 以下 150mm 以下	32mm 以下 40mm 以下 50mm 以下 65mm 以下				1号井戸 2号井戸 3号井戸 4号井戸
新潟県	魚沼市		150mm 以下 150mm 以下 200mm 以下	50mm 以下 65mm 以下 80mm 以下		60m 以下 80m 以下 120m 以下		第1種規制地域 第2種規制地域 第3種規制地域
富山県		動力		21cm ² 超				
富山県	滑川市	動力		21cm ² 超				
富山県	上市町			5cm ² 超				
石川県	金沢市	動力		6cm ² 超				
石川県	内灘町	動力		11.4cm ² 超		水面 30m 超		
石川県	白山市	動力		19.62cm ² 超				
石川県	中能登町	動力		11.4cm ² 超				揚水機 30m 以深
福井県	大野市	動力		19.6cm ² 超				
山梨県	富士河口湖町			6cm ² 超				
静岡県		動力		14cm ² 超				
静岡県	富士市	動力		5cm ² 以上 14cm ² 以下				規制地域、適正化地域
静岡県	伊豆市	動力 手動		5cm ² 以上				
静岡県	掛川市	動力		19cm ² 超				
静岡県	浜松市	動力		5cm ² 以上				
京都府	大山崎町	動力			20m ³ /日			
京都府	向日市			19cm ² 超				
京都府	城陽市	動力						
大阪府	島本町	動力		5cm ² 以上				
愛媛県	西条市	動力		21cm ² 以上				
高知県	香南市	動力			100t/日			
福岡県	豊前市	動力		19cm ² 超		40m 以上		
福岡県	宗像市	動力			10m ³ /日			
佐賀県	小城市	動力		6cm ² 超				
長崎県	南島原市	動力		5cm ² 超		20m 超		
長崎県	五島市	動力		25.4mm 超		水面 20m 超		
長崎県	熊本市	動力		19cm ² 超				
長崎県	西原村	動力 自噴	19cm ² 以上	6cm ² 以上				
熊本県		動力 自噴		6cm ² 超 19cm ² 超 50cm ² 超 125cm ² 超 19cm ² 超				届出、重点指定 許可取得、重点 届出、指定 許可取得、重点 提出。重点

出典) 千葉知世：地下水保全に関する法制度的対応の現状、水利科学、No.7、pp.42-47、2014

表6 地下水採取規制を実施している地方公共団体の要綱及び協議会自主規制の例

都府県名	地方公共団体の要綱等	協議会による自主規制
青森県	青森市揚水設備以外の動力設備による地下水採取の届出に関する要綱、八戸市地下水採取の届出に関する要綱	
山形県	山形県土壌・地下水汚染取扱要綱（素案）、山形市雨水浸透施設設置普及推進要綱、山形市地盤沈下の防止及び地下水の適正利用に関する行政指針	
福島県	猪苗代町水道水源保護要綱	
栃木県	栃木県地下水揚水施設に係る指導等に関する要綱	
茨城県	茨城県地下水汚染対策指導要綱	
埼玉県	埼玉県地盤沈下緊急時対策要綱、さいたま市地盤沈下緊急時対策要綱	
千葉県	千葉県土壌汚染対策指導要綱、千葉県地下水汚染防止対策指導要綱、佐倉市残土等による土地の埋立て、盛土又はたい積行為に関する指導要綱、千葉市土壌汚染対策指導要綱、千葉市地下水汚染防止対策指導要綱	
東京都	温泉動力の装置の許可に係る審査基準、世田谷区温泉掘削に伴う地下水及び湧水の保全に関する要綱、杉並区雨水流出抑制施設設置指導要綱、三鷹市環境配慮指針、大田区土壌汚染防止指導要綱、江東区中高層集合住宅建設に関する指導要綱	
神奈川県	秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱、中井町地下水採取に関する指導要領、川崎市土壌汚染対策指導要綱、横浜市工場等跡地土壌汚染対策指導要綱	
富山県	朝日町地下水の採取に関する指導要綱、魚津市地下水の採取に関する指導要綱	庄川・小矢部川地域地下水利用対策協議会、富山地域地下水利用対策協議会
福井県	福井県地盤沈下対策要綱、永平寺町地下水採取に関する要綱	
新潟県	長岡市消雪用揚水設備の使用等の基準に関する要綱、長岡市地盤沈下緊急時対策実施要綱、長岡市小国地域における消雪用及び融雪用の地下水利用適正化対策要綱、妙高市地下水利用の届出に関する要綱、妙高市浅井戸の届出に関する要綱、南魚沼市消雪用地下水削減対策要綱新潟県地下水汚染対策事業補助金交付要綱	
長野県	茅野市地下水資源利用の適正化に関する要綱、下諏訪町地下水利用指導要綱、白馬村開発指導要綱、小谷村開発事業等指導要綱、安曇野市ほか地下水の保全及びかん養に関する指針、長野県飲用井戸等衛生対策要領、長野県環境影響評価指導要綱	アルプス地域地下水保全対策協議会
静岡県	御殿場市土地利用事業指導要綱、裾野市土地利用事業指導要綱、小山町土地利用事業指導要綱、富士宮市地下水の保全及び利用に関する指導要綱	地下水利用対策協議会（黄瀬川地域、浜名湖西岸地域）
愛知県	名古屋市土壌汚染対策指導要綱	尾張地域地下水保全対策協議会、豊橋市地下水保全対策協議会

岐阜県	岐阜県地下水の適正管理及び汚染対策に関する要綱	西濃地区地下水利用対策協議会 (大垣市、海津市、垂井町、神戸町、輪之内町、養老町、揖斐川町、大野町、池田町)、 岐阜地区地下水対策協議会
三重県	環境影響評価の実施に関する指導要綱	
京都府	八幡市地下水の採取の届出に関する要綱、京田辺市地下水保全要綱、 精華町地下水保全要綱	
大阪府	高槻市環境影響評価指導要綱	
和歌山県	白浜町地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱、和歌山県環境 影響評価指導要綱	
兵庫県	淡路地域における残土の埋立事業の適性化に関する要綱、尼崎市工場 跡地取扱い要綱	東播地域地下水利用対策協議会 (明石市、稲美町、播磨町の全 域、神戸市、加古川市、高砂市 、三木市の一部)、伊丹市工業 用水協議会
徳島県	地下水の採取の適正化に関する要綱	吉野川下流域地域地下水利用対策 協議会
香川県		香川中央地域地下水利用対策協 議会 (高松地域、中讃地域)
愛媛県		西条市地下水利用対策協議会
福岡県	北九州市における工場・事業場及びその跡地の土壌汚染 対策指導要領	
長崎県	島原市地下水保全要綱、島原市地下水等水資源保全対策研究会規程	

参考資料2 主な地下水用語の解説*

【か行】

加圧層（かあつそう）¹⁾

confining layer (bed またはstratum)

帯水層の上位と下位に接する相対的に透水性の小さい地層で、帯水層の地下水を被圧させている地層。主に粘土・シルト質の泥岩層などが該当する。

かん水（鹹水）（かんすい）¹⁾

braine water

かん水（鹹水）は、一般に塩分を含んだ水（塩水）を指す。淡水（生物が生存に利用できる塩分濃度の低い水）以外の水の総称。海水もかん水であり、陸域地下深部や沿岸域の地層中の地下水はある程度塩分濃度を有するかん水であることが多い。

涵養（かんよう）¹⁾

recharge

一般に、降水、湖沼水・河川水、貯水池・浸透枘（ます）などの水が地下へ浸透すること（地下水となること）を指す。また、涵養が起こる場所を涵養域と称する。なお、対比される言葉として、流出（湧出）が使われる。

涵養域（かんよういき）¹⁾

recharge area

地表から降水の浸透が起こり、地下水が涵養されている地域。地表浅部の浸透性が良好で不飽和帯が発達する地域（山地斜面、あるいは平地で相対的に地形標高の高い場所）、水田地帯などにあたる。地下水の流れは地表から下向きで、地下水面に達すると周辺のポテンシャル分布に従い流動が起こる。流出域（湧出域）の対義語。

【さ行】

蒸発散（じょうはっさん）²⁾

evapotranspiration

地表面から大気中への水の輸送を総称して蒸発散という。蒸発散は湖沼などの水体からの水面蒸発、土壌からの土壌面蒸発、植物の葉などに遮断された降水や植物体に付着した露などの蒸発（evaporation）と植物の主に葉から水蒸気が放出される蒸散（transpiration）に分けられる。これらの現象は基本的には区別して考えられているが、流域や植被面では、これらの現象が同時に生じており、蒸発と蒸散の各過程を区別することが困難である。このため、蒸発と蒸散を総称して蒸発散（evapo + transpiration）とよび、水収支の構成要素の一つとしてとり扱っている。蒸発散量の正確な算定は地下水の涵養量を知る上で重要である。なお、最近では、evaporation という術語をevapotranspiration と同様の意味で用いる場合もある。蒸発散量の測定方法としては、流域水収支やライシメーターによる水収支法、水蒸気の乱流輸送量を直接測定する渦相関法、微気象観測に基づく熱収支法・空気力学法などがあるが、いずれの方法にも一長一短がある。このため、水収支計算に際しては、経験的方法による蒸発散量の推定も行われている。蒸発散量の推定方法としては、蒸発計蒸発量に経験定数を乗ずる方法、気候資料から計算された可能蒸発散量に経験定数を乗ずる方法が用いられている。これらの推定法を用いる場合

には、経験定数の値を吟味する必要がある。

浸透率（しんとうりつ）¹⁾

permeability

多孔質媒体の固有物性の一つで、流体（水、油、空気など）の通しやすさを表す値。一般化されたダルシーの法則では間隙が一種の流体で飽和した流れは次の形で表される。

$$v = -k/\mu (d\Psi/dx)$$

この比例定数 k が浸透率（絶対浸透率）である。ここで、 μ は流体の粘性係数（Pa/s）、 Ψ は流体の水理ポテンシャル（Pa）、 x は距離（m）、 k （ m^2 ）である（SI系単位）。CGS単位系では、 μ （cP）、 Ψ （atm）、 x （cm）、 k （darcy）である。分野によっては透過度（固有透過度）透過係数（固有透過係数）などとも呼ばれる。

【た行】

帯水層（たいすいそう）¹⁾

aquifer

透水性と貯留性が良く、より実際的には井戸での取水や湧泉として連続して地下水を供給し得る地層のことである。一般に帯水層は自由地下水面を持つ不圧帯水層と、上下を加圧層に挟まれた被圧帯水層とに分けられる。代表的な地層として、砂礫層、砂層、風化し亀裂の多い溶岩層、亀裂や摂理に富む火成岩類、水による溶食孔隙や空洞のある石灰岩層などがある。

タンクモデル（たंकもでる）¹⁾

tank model

流出解析における集中型概念モデルの一種である。流出を側面や底面に流出孔を持つ複数のタンクの凍結とみなし、入力値として降雨の時間変化を与え、出力値として、各タンク側面からの流出量の和などにより河川流出量を計算するものである。タンクの構成（直列／並列、段数）や流出孔の配置（側面／底面、高さ）などは、流域特性に適したものを選択し、パラメータとなる流出孔係数は、最適化手法を用いて実測値の再現性がよいものを同定する。また、流出解析のほか、帯水層への涵養量の算定などにも応用されることがある。

地下水（ちかすい）¹⁾

groundwater

広義には、地表面より下に存在する水（土壌・岩石の間隙や割れ目に存在する水）の総称。ただし、「地中水」を総称として使い、浅部不飽和帯の水を「土壌水」、自由地下水面以深の水を「地下水」とよぶ立場もある。近年は「地下水学」という名前が地表面下の不飽和帯・飽和帯の水全体を包含して扱う分野名となっている。

地下水位（ちかすい）¹⁾

groundwater level

ボーリング孔の中で測定される水面の標高値。被圧帯水層の場合は地表面より上になる場合もあるので、より一般的には、飽和地層の任意の点に仮想的な管を立てたときに管内に現れる水面位置（大気圧となる位置）を標高値として表したものの。当該点の間隙水圧を計り、全水頭（位置水頭＋圧力水頭）で表した値。なお、低浸透性の地層が胚胎し被圧帯水層が形成されているような地質条件では、浅部自由地下水の水位と下部被圧帯水層の地下水位は異なり、多段地

下水位とよばれることがある。

地下水域（ちかすいいき）¹⁾

groundwater basin

地域の地下水流動系全体を指した言葉。地下水盆が地質構造を基礎にするのに対し、地下水域は地質構造や水文学的境界などの自然の要因だけでなく、揚水など人為的要因も含め、より広く流域や流動系を見たときに使われることが多い。

地下水涵養（ちかすいかんよう）¹⁾

groundwater recharge

降水や地表水が地下に浸透して地下水流動系に付加される作用。一般には、降水による涵養がその大半を占めるが、河川水・湖沼水の浸透、水田からの浸透、人工涵養施設（浸透枳（ます）、涌養池、還元井など）からの浸透、上下水道の漏水なども含まれる。都市部においては、舗装面の増大や排水設備の整備により直接流出が増大し、地下水涵養量が減少したため、地下水環境や水循環系に大きな変化が生じている。

地下水収支（ちかすいしゅうし）¹⁾

groundwater balance, groundwater (water) budget

地下水盆や帯水層の単位で推定される地下水涵養量と揚水量・流出量の収支のこと。水文学的水収支は、降水・蒸発散・河川流出・地下水涵養・地下水流出を含めた全体が扱われるが、その一部をより詳しく扱うもの。例えば、帯水層ごとの季節単位、年単位、より長期間の単位での収支の推定が行われる。

地下水障害（ちかすいしょうがい）¹⁾

groundwater problem

主に地下水利用や建設工事などにより生じる地下水系の変化に伴う障害で、次のように大別される。①地下水位の低下（自噴停止、井戸の相互干渉、可採水量の減少）、②地下水位低下による誘発障害（広域の地盤沈下、酸欠空気の発生、塩水化、地下水酸性化による鉄の腐食など）、③地下水位の著しい上昇で生じる障害（自噴量の増加による排水不良、流出量の増大による湿田化、温排水による周辺井戸の水温上昇）、④水質への障害（水質変化、汚染物質の混入、地層汚染など）。

地下水盆（ちかすいぼん）¹⁾

groundwater basin

一般に周辺山岳地帯から土砂が流入し、厚い堆積層が積み重なる低平凹地を地質学では堆積盆（堆積盆地）と称し、そこには同時によい帯水層が発達することから、地下水学では地下水盆と呼んでいる。英語のbasinは底が凹んだ容器を意味し、日本語の「盆」をあてたものである。日本全国に「・・盆地」の名前の付いた地域も多く、一般にそのような場所では地下水利用が盛んである。大きな堆積盆地には複雑な地層構造や断層などにより複数の小堆積盆が形成されるため、それに応じて小地下水盆の形状や流動系を考える必要がある。

地下水流動系（ちかすいりゅうどうけい）¹⁾

groundwater flow system

降水などの水文条件や地形・地質などの特性に支配された地下水流動の地域的総体。地下水流動

系には、様々なスケールのもものが混在する。主に局地的な地形の高低や地質構造に支配された流動深度が浅く短時間で流出する流動系を局地流動系、流域の大地形に支配された流動深度が深く緩慢で大きな流れを地域（広域）流動系、それらの中間のスケールのもものを中間流動系と区分して呼んでいる。

【は行】

被圧（ひあつ）¹⁾

confind (artesian)

地下水が、浸透地域からの水圧、上位の地層の荷重による加圧、難透水性層による封塞などにより、当該地点直上の自由地下水面からの深度に応じた静水圧より大きな圧力を有していること。不圧の対義語。

不圧（ふあつ）¹⁾

unconfind

地下水が、自由地下水面からの深度に応じた静水圧状態にあること。浸透地域からの水圧または上位の地層の荷重によって加圧されていないこと。被圧の対義語。

伏没（ふくぼつ）¹⁾

waddicodition

扇状地や火山灰台地などで、河川水の全量が地下に浸透して涸れ川となる現象を伏没、また、伏没後の河道が不明瞭となる河川を末無川とよぶ。

伏流水（ふくりゅうすい）¹⁾

underflow water

高透水性の河床、湖底、裂罅（割れ目）などから地下に涵養された水をいう。通常の降雨涵養と異なり比較的大量の浸透に対して使われる。涵養源である河川水や湖沼水の水位や水質変化の影響を強く受ける。

【ま行】

水収支法（みずしゅうしほう）¹⁾

water budget method

対象とする流域や地域において、一定期間（一水年）の水収支は、

$$P=E+R+\Delta S$$

で表される。ここでP：降水量、E：実蒸発散量、R：河川流量、AS：貯留量変化であり、いずれも一水年の累積値である。水収支法は、この式の各項を実測、あるいは推定し、残った一つの項を残差として求める方法である。例えば、ある流域でP、Rが実測されていれば、一水年を渇水期の始まりから翌年の渇水期の始まりまで取った場合、この一水年の最初と最後の流量差ARと、渇水期の河川流量減水率 α から

$$\Delta S=\Delta R/\alpha$$

となることから、測定されていない（測定の難しい）Eが求められることになる。

水循環（みずじゅんかん）¹⁾

water cycle

地球上において太陽エネルギーを主たる原動力として起こる、海洋における蒸発→大気圏を通

じた陸域への輸送→降水→表流水・地下水形成→海洋への流出のプロセスを水循環（あるいは水文循環、水の大循環）という。また、水は様々な形（海洋水、大気中の水蒸気、雪氷、土壤水、地下水、河川水、湖沼水など）で存在し、様々なプロセス（蒸発散、凝結、降水、浸透、降下浸透、地下水涵養、流出、人間による利用・輸送など）によって連続しており、それらの全体を含めて水循環系という。また、その一部として流域を単位とした流域水循環、都市スケールの都市水循環などという言い方も使われる。

モニタリング（地下水のもにたりんぐ）¹⁾

monitoring (of groundwater)

地下水の状況（水位、水質、水温、地下水流向・流速）を経時的に観測することをいう。一般に"モニタリング"という言葉を用いる場合には、地下水情報を単に取得する作業という意味のみならず、取得したデータに基づいて地下水の客観状況を把握し、状況をコントロールしていくための対策立案を考えることを背景にしている場合が多い。

【ら行】

流出域（りゅうしゅついき）¹⁾

discharge area

地下水が地下から地表面に向け湧き出す地域。地下水流動系の涵養域と対をなす地域。湧出域とも呼ばれる。地域（広域）・中間・局地の各地下水流動系に応じて、主谷部や局地的な谷部、がけ部に分布する。

* 出典)

1) 公益社団法人日本地下水学会編：地下水用語集、理工図書、2011

2) 山本莊毅責任編集：地下水学用語辞典、古今書院、1986
の一部を抜粋し、転載した。